



Manual de manejo agronómico para cultivo de melón

Cucumis melo L.

Editor: Patricio Abarca R.

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / N° 01

ISSN 0717 - 4829



INDAP
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

Coordinadores responsables:

Marcelo Zolezzi V., Ing. Agrónomo. M. Sc.

Coordinador del Programa Nacional de Transferencia Tecnológica y Extensión

Patricio Abarca R., Ing. Agrónomo. M. Sc.

Encargado regional convenio INIA - INDAP, Región de O'Higgins

Editor:

Patricio Abarca R., Ing. Agrónomo M. Sc.

Encargado regional convenio INIA - INDAP, Región de O'Higgins

Autor:

Humphrey Crawford L., Ing. Agrónomo

Asesor externo

Corrección de textos:

Andrea Romero G., Periodista

Encargada de Comunicaciones INIA Dirección Nacional

Federico Bierwirth M., Periodista

Encargado de Comunicaciones INIA La Platina

Diseño y diagramación:

Carola Esquivel

Ricardo Del Río

Boletín INIA N° 01

ISSN 0717 - 4829

Este documento fue desarrollado en el marco del convenio de colaboración y transferencia entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos, recopilando información, antecedentes técnicos y económicos del cultivo del melón.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

©2017. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Fidel Oteiza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Teléfono: +56-2 25771000

Santiago, Chile, 2017.



Manual de manejo agronómico para cultivo de melón

Cucumis melo L.

Editor:

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo. M. Sc.

Encargado regional convenio INIA - INDAP,
Región de O'Higgins

Boletín INIA / N° 01

INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1	11
1.1. Origen y clasificación.....	11
1.1.1. Origen.....	11
1.1.2. Tipos de melones.....	11
1.1.3. Clasificación.....	14
CAPÍTULO 2	16
2.1. Ontogenia y desarrollo de la planta de melón.....	16
2.1.1. Ontogenia.....	16
2.1.2. Desarrollo.....	16
2.1.3. Raíces.....	17
2.1.4. Crecimiento.....	17
2.1.5. El fruto.....	17
CAPÍTULO 3	20
3.1. Ecofisiología, factores ambientales y labores agronómicas.....	20
3.2. Polinización.....	21
3.2.1. Flor, floración y factores ambientales.....	21
3.2.2. Agentes polinizantes, aspectos a considerar en el uso de colmenas.....	22
3.2.3. Fecundación.....	23
3.2.4. Factores ambientales y su efecto sobre la planta de melón.....	23
3.2.4.1. Temperatura.....	23
3.2.4.2. Radiación y largo del día.....	25
3.2.4.3. Humedad relativa ambiental.....	26
3.2.4.4. Suelo.....	26
3.2.4.5. Viento.....	27

CAPÍTULO 4	28
4.1. Suelo y nutrición vegetal	28
4.1.1. Suelo	28
4.1.1.1. Tipos de degradación del suelo	29
4.1.1.2. Algunas prácticas conservacionistas.....	29
4.1.2. Nutrición vegetal.....	30
4.1.3. Elementos esenciales y dinámica en el sistema suelo-planta.....	31
4.1.4. Absorción mineral	32
4.1.4.1. Mecanismos de absorción mineral	32
4.1.5. Factores que influyen en la absorción mineral.....	33
4.1.5.1 Factores del suelo	33
4.1.5.2. Factores relacionados con la planta.....	34
4.1.5.3. Factores climáticos	34
4.1.6. Los nutrientes	35
4.1.7. Aporte de nutrientes	40
CAPÍTULO 5	43
5.1. Establecimiento del cultivo	43
5.1.1. Hechura del plantín.....	44
5.1.1.1. Plantines de hechura propia, los hace el mismo agricultor	44
5.1.1.2. Plantines hechura por parte de un tercero, los manda a hacer.....	48
5.1.2. Preparación de suelo de potreros meses previo al trasplante.....	48
5.1.3. Consideraciones y labores en potrero días previos al trasplante	49
5.1.3.1. Acolchado	49
5.1.4. Labores previas al trasplante.....	51
5.1.5. Labores al momento del trasplante.....	52
5.2. Cultivo forzado en túneles	54
5.2.1. Túneles.....	54
5.2.1.1. Efectos del túnel	56
5.2.1.2. Volumen de aire del túnel y ventilación.....	56
5.2.1.3. Aireación o ventilación de túneles.....	57
5.2.1.4. Túneles de plástico perforado	58
5.3. Otras consideraciones generales.....	59
CAPÍTULO 6	61
6.1. Manejo del riego	61

CAPÍTULO 7	65
7.1. Manejo integrado de plagas y enfermedades	65
7.1.1. Umbral de daño económico.....	65
7.1.2. Algo de historia.....	65
7.2. Enfermedades del melón	66
7.3. Manejo de plagas en el cultivo de melón.....	70
7.3.1. Algunas definiciones	71
7.3.2. Plagas en melón	73
CAPÍTULO 8	83
8.1. Manejo de malezas en el cultivo de melón.....	83
8.1.1. Período crítico de competencia.....	83
8.1.2. Alelopatía, malezas y melón	84
CAPÍTULO 9	87
9.1. Madurez, cosecha y rendimientos comerciales.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88



PRÓLOGO

Este documento surge del convenio de colaboración y transferencia de recursos entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos.

En la agricultura, la producción de melones es un sistema complejo, con numerosas partes que interactúan entre sí por medio por diversos canales. Algunas de estas partes tienden a auto organizarse espontáneamente y de maneras difícilmente predecibles.

Esos son los sistemas complejos y es en uno de ellos, la producción de melones, en el cual debemos aprender a desenvolvernos profesionalmente de tal manera de permitirnos formular adecuadas sugerencias de manejo agronómico a los productores.

Dado que interactuamos en este sistema complejo, acá no encontrarán un listado de prácticas a realizar, sino una recopilación de antecedentes que afectan el desarrollo de la planta de melón, con un enfoque de sustentabilidad ambiental. Este aspecto es clave a la hora de entender las interdependencias entre las partes, dada la particular realidad que el cultivo enfrenta en potrero.

CAPÍTULO 1

1.1. Origen y clasificación

1.1.1. Origen

El melón (*Cucumis melo L.*), es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en Asia meridional, la India y África, (Giaconi, 1989). Cultivo de amplia difusión en el país a escala comercial.

El mercado internacional consume diversos tipos de melón, en función de la época del año y los gustos de los consumidores de cada país.

En las últimas décadas el melón ha pasado de ser un cultivo estacional más, a ser una de las especies importantes entre los cultivos hortícolas.

En 1997, la producción de melón a nivel mundial se ubicó dentro de las 10 primeras frutas, después de la naranja, el banano y las uvas de mesa, pero por encima de la piña, la papaya y el limón.

El melón es una de las frutas tropicales más conocidas y demandadas por los países desarrollados.

En los últimos años se ha incrementado su consumo gracias al auge de las ventas de productos procesados frescos (PPF), listos para consumir, modalidad en la cual el melón se destaca como una de las frutas más demandadas (Castro y Krarup, 2010).

Entre los melones que tienen una mayor comercialización a nivel mundial se encuentran los tipos Cantaloupe (Calameño) que son reticulados, con una cubierta tipo corcho o cáscara en forma de red; y Honeydew (Tuna) con cáscara lisa. También son importantes los melones Amarillo, Galia, Charentais y Piel de Sapo.

1.1.2. Tipos de melones

Existen diversos tipos comerciales, clasificación que no hace referencia a especies botánicas ni a híbridos.

Se entiende por "tipo" todo grupo de melones que presenten una característica claramente identificable y diferenciada de los demás en el tipo de piel, coloración de la pulpa, forma del fruto, etc.

El melón Amarillo es de origen español. Tiene la piel de ese color y la pulpa de color blanco-cremoso. La variedad más exportada es el amarillo redondo liso.



Figura 1.1. Fruto de melón tipo Amarillo.

Los tipo Honeydew, conocido como *melón Tuna*, son de pulpa verde, cáscara lisa, de color blanco verdoso, que se torna amarillenta a la cosecha.



Figura 1.2. Fruto de melón tipo Tuna.

Piel de Sapo corresponde a la variedad más conocida de los melones verdes españoles que son por supuesto de ese color y de peso elevado (1,5 a 3 kg); lo que da el nombre a este tipo de melón.



Figura 1.3. Fruto de melón tipo Piel de Sapo.

El Charentais es un melón francés, que presenta dos variedades, una de piel lisa y otra de piel reticulada. En el primer caso, el color de la piel es verde claro o ligeramente gris, dividida por suturas de color verde oscuro. El Charentais de piel reticulada también se presenta dividida por suturas verde oscuras.



Figura 1.4. Fruto de melón tipo Charentais

El melón Galia es de origen israelita. Tiene forma redondeada y piel de color verde, que evoluciona a amarilla en la madurez, con un reticulado fino.



Figura 1.5. Fruto de melón tipo Galia.

El Cantaloupe es de origen norteamericano y es el tipo de melón más producido en el mundo. Fruto de forma esférica que presenta un grueso reticulado en toda su superficie.



Figura 1.6. Fruto de melón tipo Cantaloupe.

1.1.3. Clasificación

Es una especie anual, monoica, herbácea, sin tronco, de tallos o guías tiernos, blandos, flexibles, rastreros que alcanzan de 1,5 a 3,5 m de largo, provistos de

zarcillos, por medio de los cuales puede tener hábito trepador. Su fruto, climatérico, corresponde a una baya con gran contenido de agua y sabor dulce.

Su gran variabilidad genética se refleja en el alto número de variedades cultivadas, las que producen frutos de diferentes formas, colores, sabores y tamaños los que se destinan principalmente para consumo en fresco.

El melón presenta gran polimorfismo, las hojas pueden ser de tamaños y formas variables.

Esta especie pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y las variedades cultivadas corresponden a algunas de las siguientes especies botánicas:

Cucumis melo L. var. *reticulatus*
 cantalupensis
 inodorus
 saccharinus

Todas estas especies pertenecen al Reino Vegetal, Superdivisión *Trachaeophyta*, División *Spermatophyta*, Subdivisión *Angiospermae*, Clase *Dicotiledoneae*, Orden *Cucurbitales*.

CAPÍTULO 2

2.1. Ontogenia y desarrollo de la planta de melón

2.1.1. Ontogenia

La *ontogenia* es el conjunto de cambios que experimenta un ser desde su origen hasta su muerte. El concepto se aplica a las plantas desde su nacimiento, de una semilla en adelante (Gil, 1997).

La *edad fisiológica* se refiere al grado de vigor y/o deterioro que presenta la planta. La edad cronológica también se aplica en las plantas y se contabiliza en términos de tiempo.

2.1.2. Desarrollo

La germinación de las semillas de melón requiere temperaturas relativamente altas, mínimas de 10 a 15 °C con un óptimo entre 28 a 35 °C. La aparición de la radícula está limitada por las bajas temperaturas (Peñaloza, 2001).



Figura 2.1. Emergencia de hojas cotiledonales en melón.

Los plantines o plántulas de melón poseen una elevada tasa lineal de crecimiento inicial, dada por el tamaño relativamente grande de sus semillas (25 a 50 semillas/g) con un elevado contenido de reservas almacenadas, lípidos y proteínas, disponibles para el crecimiento de la plántula antes que se expandan y comiencen a fotosintetizar los cotiledones y la hojas verdaderas. La temperatura óptima para la expansión foliar se encuentra en los 25 °C. Aunque existen diferencias relacionadas a las especies, el régimen de temperaturas diurnas debe superar a las nocturnas en 4 a 6 °C.

El melón es una planta muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la especie y variedad.

2.1.3. Raíces

El sistema radical de la planta de melón presenta una raíz principal, pivotante, que puede alcanzar unos 120 a 150 cm de profundidad. Aunque la mayoría se encuentra entre los 30 a 50 cm, simultáneamente se generan raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Este sistema radical, que es el que surge de una planta que se origina de una semilla, puede ser modificado por las prácticas culturales, especialmente el riego, potenciando el desarrollo horizontal de las raíces.

2.1.4. Crecimiento

La planta de melón se caracteriza por tener un crecimiento indeterminado. Los tallos o guías tiernos están recubiertos de formaciones pilosas y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.

Las hojas son vellosas por el envés, de limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3 a 7 lóbulos de márgenes dentados cuyo tamaño y la tonalidad del color dependen del tipo y variedad de melón. Las hojas presentan fototropismo positivo y se mueven según la posición del sol para mantener el balance energético y el contenido de agua en los tejidos.

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas.

2.1.5. El fruto

El fruto indehiscente del melón corresponde a una baya de forma variable, esférica, elíptica, aovada, con corteza de color verde, amarillo, anaranjado o blanco,

la que puede ser lisa, reticulada o estriada cuya parte interior, pulpa o mesocarpio, es la comestible.

El color del mesocarpio depende de la especie y variedad y puede ser blanquecino, amarillento o de coloraciones anaranjadas a verdosas.

El fruto es climatérico y su curva de crecimiento es sigmoidea (Gil, 2001).

La capa más externa del mesocarpio del fruto inmaduro contiene clorofila y de ahí su color verde. El mesocarpio interno es normalmente verde claro a blanco.

La madurez de la fruta se indica al perder la coloración verde, empezando por el tejido adyacente a la cavidad de las semillas, endocarpio, y siguiendo hacia el mesocarpio. Con la madurez de la fruta, el mesocarpio cambia a amarillo, naranja o salmón.

Es un fruto que se consume maduro, el índice de madurez está dado fundamentalmente por el contenido de azúcares, medido a través de los sólidos solubles, °B, y el color de fondo. En nuestro mercado interno, la comercialización inmediata y la escasa exigencia de calidad de los consumidores, hacen que en la práctica la aplicación de tecnologías de postcosecha sea casi inexistente y se desconozca el potencial de conservación de muchas variedades.



Figura 2.2. Fruto maduro.

El extremo opuesto a la inserción peduncular recibe el nombre de ombligo.

Las semillas contenidas en la placenta son fusiformes, planas y de color amarillento. En un fruto se pueden encontrar entre 200 a 600 semillas con una capacidad germinativa de hasta cinco años (Peñaloza, 2001).

La planta de melón requiere de 686 gramos de agua para producir un gramo de materia seca (Black *et al.*, 1969).

CAPÍTULO 3

3.1. Ecofisiología, factores ambientales y labores agronómicas

Dado que el principal objetivo comercial de explotar la planta de melón es cosechar su fruto, las plantas requieren cumplir ciertas fases o etapas en su desarrollo antes de florecer, por lo que se debe cultivar en zonas libres de heladas, ya que resulta sensible a este fenómeno.



Figuras 3.1 y 3.2. Plantas de melón con alta carga de fruta de calibre homogéneo.

Durante la *fase juvenil* la planta crece vegetativamente y es insensible a los estímulos que promueven la floración. Se define como el período fisiológico en el cual la planta no se puede inducir a florecer. En las especies herbáceas es difícil determinar el período de juvenilidad y en algunas especies el fin de este estado se ha correlacionado con ciertos aspectos del crecimiento, como el número de hojas o la altura de la planta (Gil, 1997).

En la *fase inductiva* la planta es sensible a los estímulos endógenos, reguladores de crecimiento y exógenos, foto y/o termoperíodo, que promueven la floración (Gil, 1997).

Finalmente, en la *fase de iniciación y diferenciación* se producen los cambios fisiológicos y morfológicos que conducen a la floración, proceso que está gobernado genéticamente con la acción de enzimas y reguladores de crecimiento (Gil, 1997).

3.2. Polinización

3.2.1. Flor, floración y factores ambientales

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. El etileno es un regulador natural de la expresión sexual del melón, las aplicaciones exógenas inducen la aparición de flores postiladas en mayor proporción (Peñaloza, 2001).

El melón se considera una especie neutra al fotoperíodo, su floración se presenta en toda condición climática que permita el crecimiento vegetativo (Peñaloza, 2001).

La mayoría de los melones son monoicos o andromonoicos, con una fuerte tendencia a producir flores masculinas. El tallo o guía principal presenta en sus nudos basales sólo flores masculinas, las que posteriormente se alternan con flores femeninas. Las flores pistiladas o hermafroditas nacen en las ramificaciones de segunda y tercera generación, en conjunto con flores masculinas.

Las flores pistiladas son solitarias la mayor parte de las veces. Tienen cinco sépalos, corola gamopétala con cinco unidades, estilo con tres a cinco estigmas y ovario ínfero (Peñaloza, 2001).

Las flores masculinas aparecen en grupos y tienen cinco sépalos, corola gamopétala con cinco pétalos y tres estambres (Peñaloza, 2001).

Con frecuencia se presenta en la planta de melón el fenómeno de la abscisión o caída de flores, que se debe a temperaturas muy altas o muy bajas, a fenómenos morfológicos o a aspectos fisiológicos (Peñaloza, 2001).

La polinización es cruzada y se favorece por las grandes y vistosas flores que poseen nectarios. La polinización es entomófila y en ella la participación de las abejas es importante.

Las flores son autofértiles, pero no autofecundables. Esto quiere decir que se puede fertilizar con polen de una misma flor, pero se requiere de agentes externos para la cruce, tales como insectos o abejas. La fisiología de la planta puede influir sobre la actividad de los polinizadores (Di Benedetto, 2005).

Algunos estudios han reportado que los frutos originados por polinización con insectos, abejas, son más grandes y pesados porque cuentan con más semillas que los que provienen de otro tipo de polinización, como la manual (Montenegro, 2012).

3.2.2. Agentes polinizantes, aspectos a considerar en el uso de colmenas

Las abejas son los principales agentes polinizantes. Se sabe que en el cultivo para primores o cultivo forzado, las flores que primero abren en la temporada son las que darán origen a los frutos de mayor precio de venta, por lo que el manejo de las abejas al inicio de la floración es clave.

En el melón, donde se presentan muchos óvulos, el número de granos de polen y/o visitas que realice la abeja a la flor es clave para dar origen a frutos de buen calibre y sin deformaciones, dado el desarrollo normal de las semillas.

Debido, entre otros factores, a la demanda de elementos nutritivos que precisan los primeros frutos en cuajar, se impide la formación de otros, provocando el desprendimiento de éstos. Aborto de frutos que es menor cuando se produce una buena polinización con abejas.

Se hace altamente recomendable el uso de abejas para polinizar el cultivo de melón, una flor polinizada se traduce en fruta con más semillas y fruta con más semillas es fruta de mayor calibre y con mejor forma, aumentando considerablemente los rendimientos, donde los aspectos críticos son: la preparación invernal de las colmenas para la floración objetivo y la verificación del estado de las colmenas al momento de la instalación y durante el período de la polinización, aspectos que determinan la actividad pecoreadora de las abejas (Montenegro, 2012).

Se denomina floración objetivo a las floraciones atractivas para las abejas en un radio de tres kilómetros a la redonda del lugar en que se instale el apiario (Montenegro, 2012).

De ser necesaria la aplicación de insecticidas se deben usar productos compatibles con la actividad de las abejas. Cuando se deba aplicar productos químicos no selectivos a abejas se recomienda emplearlos en la mañana (8:00 a 11:00 h) o por las tardes (18:00 a 20:00 h), además se recomienda tapar las piqueras para evitar que las abejas salgan a realizar su actividad.

Instalar colmenas con piqueras contra la dirección de los vientos predominantes, en lugares altos, secos y lejos del contacto de operarios y animales. Se sugiere ubicar las colmenas en los costados de los paños; en las cabeceras no es recomendable, ya que existe mayor actividad laboral, tránsito de personas y maquinaria.

Cuadro 3.1. Momento en días después de trasplante (DDT) para la instalación de colmenas.

Tipo de cultivo	Momento de instalación	Número de colmenas/ha
Forzado	A partir de los 40 DDT	8-10
Aire libre	A partir de los 45 DDT	6 mínimo

(Fuente: Peñaloza, 2016, comunicación personal).

3.2.3. Fecundación

La receptividad de las flores femeninas se extiende desde dos días antes hasta dos días después de anthesis en condiciones climáticas óptimas.

Cuando el polen de la misma flor o de otra es depositado sobre la superficie del estigma la germinación del mismo se produce en menos de 30 minutos, en condiciones climáticas óptimas.

Durante este período es fundamental que la temperatura favorezca el desarrollo del tubo polínico, requiriéndose 18 °C como mínimo.

El tubo polínico toma de 24 a 30 horas para alcanzar los óvulos en el ovario, produciéndose la fecundación de las flores de melón horas más tarde de la polinización (Peñaloza, 2001).

Si la fecundación no se verifica, las flores se marchitan y desecan, comenzando por los pétalos.

3.2.4. Factores ambientales y su efecto sobre la planta de melón

3.2.4.1. Temperatura

La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la germinación, transpiración, fotosíntesis, floración, etc., teniendo cada especie vegetal y en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima.

La temperatura óptima para el crecimiento de la planta es de 28 a 30 °C durante el día y de 18 a 22 °C por la noche.

Su cero vegetativo se sitúa en los 13 a 15 °C de temperatura ambiental y se hiela a 1°C.

El rango de 21 a 24 °C es óptimo para la antesis, o sea la apertura de las flores que deja sus partes disponibles para la polinización y dehiscencia, la apertura espontánea de anteras para dispersar polen. La temperatura mínima para antesis es de 10 °C, por encima de esta temperatura las flores se abren y permanecen así hasta la noche. En condiciones de baja temperatura, la antesis y la dehiscencia de la antera se retrasa hasta el día siguiente. Cuando las temperaturas aumentan por encima de los 30 °C, la antesis ocurre temprano y las flores se cierran a mediodía o durante las primeras horas de la tarde (Peñaloza, 2001).

Relación flores masculinas/flores femeninas: bajas temperaturas, 12 a 15 °C, especialmente nocturnas, aumentan la relación de flores femeninas con respecto a las masculinas, observándose flores femeninas a menor distancia del tallo o guía principal que con temperaturas más altas, 19 a 20 °C.

La influencia de la temperatura está relacionada con la diferenciación de primordios florales durante el desarrollo de la flor hasta la antesis.

Las bajas temperaturas pueden inhibir el desarrollo de flores masculinas después de la diferenciación determinando una precoz aparición de flores femeninas.

Para la cuaja de frutos la temperatura debiera ser de 21 °C.



Figura 3.3. Fruto cuajado.

La maduración de los frutos se da entre los 20 a 30 °C.



Figura 3.4. Fruto en condición de ser cosechado.

3.2.4.2. Radiación y largo del día

Recordemos que la planta de melón lleva a cabo la ruta fotosintética C_3 , la edad del cultivo, la temperatura y la intensidad lumínica modifican su fotosíntesis neta (Salisbury, F. y Ross, Cleon, 1994). Por lo tanto, debemos tener en cuenta que el sistema de producción, el uso de cubiertas plásticas, puede modificar la eficiencia de utilización de la radiación solar.

Las altas radiaciones generalmente favorecen la producción de flores femeninas, mientras que el excesivo sombreo o un bajo nivel de radiación fotosintéticamente activa retrasa la aparición de las mismas.

Días cortos tienen efecto feminizante y días largos tienen un efecto masculinizante. El efecto del fotoperíodo parece ser menos determinante, los fotoperíodos cortos tienden a favorecer la producción de flores femeninas, sin embargo, en condiciones de campo es difícil evitar la interacción entre fotoperíodo y radiación, en este caso el nivel de luz puede ser más limitante que el requerimiento fotoperiódico.

Cerca de cosecha las radiaciones solares pueden producir golpe de sol o la *quemadura solar*, en la parte de los frutos expuestos al sol. Este daño puede ser importante cuando se produce defoliación o marchitez de hojas provocada por plagas o enfermedades.

3.2.4.3. Humedad relativa ambiental

Los extremos de humedad relativa son una fuente de potencial estrés para el melón.

Si nuestro sistema de producción contempla el uso de cubiertas plásticas, túneles, con un grado variable de hermeticidad, aumenta la humedad relativa, disminuyendo el gradiente transpiratorio dentro del mismo.

El efecto más importante estaría relacionado con el crecimiento de las poblaciones de algunos bioantagonistas, bacterias y hongos.

Con un 40% de humedad relativa se facilita la apertura de anteras, dehiscencia y la polinización.



Figura 3.5. Uso de doble túnel, cubiertos con polietileno y manta agrícola.

3.2.4.4. Suelo

La planta de melón se desarrolla bien en suelos neutros o débilmente alcalinos, con niveles mayores a 2 mmhos/cm se afecta el rendimiento. Prospera mejor en suelos franco arcillosos, de buen drenaje, sin exceso de agua, fértiles, con alto contenido de materia orgánica y un pH entre 6 y 7.

3.2.4.5. Viento

Los vientos fuertes dañan considerablemente la planta, reduciendo las producciones y, si son secos y calientes, producen la abscisión de las flores con similares resultados.

Dificulta o impide el vuelo de las abejas.

En cultivo forzado el viento también provoca daños, como la rotura y/o voladura de las cubiertas plásticas usadas en los túneles.

CAPÍTULO 4

4.1. Suelo y nutrición vegetal

4.1.1. Suelo

El suelo, después del clima, es el principal factor en la definición de las condiciones ambientales para el desarrollo de los cultivos. Por este motivo un profesional que asesora en horticultura debe ser capaz de realizar buenos diagnósticos y dar solución a problemas relacionados con el suelo.

El contenido de este capítulo pretende ser un recordatorio de algunas de las materias, conocimientos y conceptos de suelos que al profesional en algún momento se le entregaron en su etapa de formación y que debe aplicar para tomar decisiones respecto de su uso y manejo.

Como otros recursos de la naturaleza, el suelo puede ser descrito y caracterizado con el objetivo de entenderlo mejor y sugerir pautas de manejo más adecuadas que deben permitir, además de su protección a través del tiempo, también su mejora, sobre todo cuando éste ha sido manejado inadecuadamente. Es un sistema abierto y dinámico, que soporta la vida vegetal y, por ende, la agricultura (Schlatter *et al*, 2003).

El conocimiento de las características más importantes del suelo, constituye una herramienta de mucha importancia para la comprensión y entendimiento de los procesos dinámicos que ocurren en él y que se expresan marcadamente a nivel del sistema radical de las plantas.

Edafológicamente, éstas características han sido clasificadas tradicionalmente como de carácter biológico, químico y físico. En potrero, lo sabemos, es difícil hablar de una dinámica individual de estas propiedades y más bien se sabe que todos estos factores interactúan en forma integrada e interrelacionada entre sí, a través de procesos que definen el crecimiento óptimo de los cultivos.

Dada la importancia del suelo en la producción hortícola, las decisiones que se tomen respecto de su uso y manejo deben evitar su degradación. Esto es evitar la pérdida de la naturaleza y propiedades del mismo, responsables de su capacidad productiva, degradación que está fuertemente mediatizada por muchos factores puramente ecológicos y otros de origen antrópico.

4.1.1.1. Tipos de degradación del suelo

Según Lal y Stewart (1990), se distinguen tres tipos principales de degradación del suelo, los cuales incluyen la *degradación del medio químico*, la *degradación del medio biológico* y la *degradación del medio físico*. La *degradación del medio químico* del suelo es un proceso que modifica las propiedades químicas del mismo, tales como pH, aumento de éste, alcalinización; o bien disminución, acidificación; disminución del contenido de nutrientes, aumentos de la concentración salina, entre otros. Cambios en las propiedades químicas normalmente afectan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Pueden también afectar la vida microbiana del suelo, lo que implica la pérdida de su capacidad para metabolizar sustancias ajenas al mismo, contaminándose.

La *degradación del medio biológico* implica una disminución de la materia orgánica, la que genera una reducción de la actividad microbiana que incluye la macro y micro fauna del suelo, además de la microflora. La degradación biológica está íntimamente relacionada con la degradación química, porque una reducción y desequilibrio en los niveles de materia orgánica produce una reducción en los niveles de nutrientes del suelo.

La *degradación del medio físico* se refiere al deterioro de las propiedades físicas, principalmente la estructura, como consecuencia del mal manejo de la labranza del suelo provocando la compactación de éste. Se produce un aumento de la densidad aparente, una disminución de la porosidad, poros pequeños que impiden la penetración de las raíces de las plantas y drenaje del suelo. Un exceso en labores aumenta la pérdida de materia orgánica lo que conlleva la pérdida de estabilidad estructural, que a su vez, se traduce en erosión.

4.1.1.2. Algunas prácticas conservacionistas

Por lo tanto, en el manejo del suelo se debiera hacer uso de prácticas conservacionistas que permitan mantener o incrementar su capacidad productiva, entre las que podemos destacar:

- a) Incorporación en el suelo de material orgánico.
- b) Cultivo de fabáceas, abono verde o plantas de raíces profundas, de acuerdo con un programa de rotación. Es necesario adecuar las rotaciones a los problemas específicos de cada localidad y agricultor, como una manera de disminuir la incidencia y población de distintos tipos de inóculos.
- c) Incorporación de productos y subproductos de origen vegetal o animal, siempre y cuando éstos se hayan compostado previamente y se haya verificado la ausencia de contaminantes.

- d) Activación del suelo a través del empleo de microorganismos apropiados o preparados vegetales.
- e) Laboreo mínimo.

La decisión de elegir una u otra alternativa de manejo del suelo, a través del laboreo, depende principalmente del nivel de mecanización, por lo que se hace relevante incentivar en los agricultores la conciencia conservacionista del suelo.

4.1.2. Nutrición vegetal

Al reconocer el suelo como un sustrato para las plantas, proveedor de nutrientes y agua para las mismas, nace la necesidad de conocer cuáles son las principales características biológicas, químicas y físicas del suelo, que pueden ser favorables o no para el crecimiento óptimo de los cultivos.

La nutrición vegetal es un concepto que se debe manejar para obtener resultados competitivos dentro de un sistema de producción, esto es, disminuyendo pérdidas y costos, maximizando eficiencia y utilidades y obteniendo alta calidad de producto (Alarcón, 2000).

Para obtener todos los elementos necesarios para la sobrevivencia y el crecimiento de una planta, ésta necesariamente debe interrelacionarse con otros componentes productivos como el aire, el suelo, luz y el agua (solución nutritiva), desde donde obtiene los diferentes elementos. Con todos ellos, la planta realiza fotosíntesis y respiración que generarán moléculas orgánicas más complejas que finalmente permiten su desarrollo (Alarcón, 2000).

Mediante la absorción de CO_2 más agua, las plantas logran formar moléculas conocidas como orgánicas, capaces de generar más células y fuentes de energía, entre otros componentes, que permiten el crecimiento de la planta.

Para completar este proceso las plantas tienen órganos especializados que les permiten absorber compuestos gaseosos con sus hojas. La absorción de minerales a través de las raíces cuando es conducida a través del tallo, de manera cruda u original, es conocida como savia cruda, viajando por el xilema. Asimismo, cuando ya está procesada y en forma de compuestos orgánicos, es conocida como savia elaborada, viajando por el floema.

En el desarrollo normal de raíces se observan efectos negativos al bajar la concentración de oxígeno desde 9 a 12% y su crecimiento se detiene en concentraciones menores al 5% (Jarvis, 1998). La demanda por oxígeno en una raíz y su sensibilidad al dióxido de carbono aumentan con el incremento de la temperatura del suelo.

En producción hortícola es de crucial importancia analizar y hacer seguimiento de la nutrición vegetal, que no es más que el proceso que permite la absorción y asimilación de los componentes para que las plantas sean capaces de crecer, desarrollarse y reproducirse.

De esta forma, al momento de nutrir una planta siempre debemos tener en consideración los factores o componentes del sistema productivo que permiten la elaboración de compuestos orgánicos:

- a) Suelo y su contenido de sales minerales.
- b) Agua y contenido de su solución nutritiva.
- c) Aire y su contenido de gases (CO_2 y O_2).
- d) Luz necesaria para la fotosíntesis y formación de compuestos orgánicos.
- e) La planta misma en base a su estado de crecimiento y de la sanidad del sistema radical.

Al considerar el suelo como un proveedor de nutrientes se hace necesario ampliar el ámbito de las relaciones suelo-planta hacia consideraciones que, además de incluir la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los requerimientos de la planta, se consideren otros factores, como las técnicas y equipos para su manejo, para hacer más eficiente las labores sin llegar a provocar la degradación de éste.

4.1.3. Elementos esenciales y dinámica en el sistema suelo-planta

El 94 a 99,5% de un vegetal se compone de tres elementos, carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). La mayor parte del carbono y el oxígeno, lo obtiene del aire, mientras que el hidrógeno proviene directa o indirectamente del agua (Alarcón, 2000).

Las plantas, además, contienen y necesitan cierto número de elementos químicos que, generalmente, son proporcionados a través del sistema radical. Estos elementos constituyen la fracción mineral y sólo representan una pequeña fracción del peso seco de la planta, 0,5 a 6%, pero no dejan de ser fundamentales para el vegetal, lo que explica que se consideren, junto a carbono, hidrógeno y oxígeno, elementos esenciales para la nutrición de las plantas.

Son estos elementos los que normalmente limitan el desarrollo de los cultivos. Salvo circunstancias excepcionales, heladas, sequías, enfermedades, el crecimiento de las plantas no se altera por una deficiencia de carbono, hidrógeno u oxígeno.

Los elementos esenciales o bioelementos se han determinado utilizando disoluciones nutritivas, estableciéndose la esencialidad de los siguientes elementos: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) (Alarcón, 2000).

Actualmente, los elementos considerados como esenciales para todas las plantas son 16 y cuatro lo son sólo para algunas. Todos ellos, cuando están presentes en cantidades insuficientes pueden reducir notablemente el crecimiento.

Se les puede clasificar de la siguiente forma:

Cuadro 4.1. Clasificación de elementos esenciales (Fuente: Alarcón, 2000).

Macroelementos		Microelementos	
Estructurales, extraídos del aire (CO ₂) o del H ₂ O	Principales	Secundarios	Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo y Cl
C, H y O	N, P y K	Ca, Mg y S	

Los macroelementos reciben esta denominación por ser requeridos por las plantas en grandes cantidades, mientras que los microelementos u oligoelementos, son requeridos en muy pequeña cantidad, lo que en modo alguno significa que no sean esenciales y estrictamente necesarios.

4.1.4. Absorción mineral

La absorción de los elementos nutritivos se efectúa por medio de los pelos radicales, que durante el período de actividad de la planta están en continua renovación, dado que su vida dura pocos días. En condiciones normales pueden alcanzar una cantidad de 200 a 300 por mm², lo que es una gran superficie de captación de nutrientes. La absorción por unidad de longitud es máxima en las zonas más jóvenes de la raíz y disminuye hacia las zonas más basales (Astorga, 2011).

4.1.4.1. Mecanismos de absorción mineral

Las plantas deben recibir los nutrientes minerales disueltos en la solución acuosa, los mecanismos de absorción de nutrientes minerales que tiene la planta son tres:

Interceptación por las raíces: las raíces en crecimiento entran en contacto con los nutrientes. En el suelo este mecanismo presenta una contribución muy pequeña.

Flujo de masas: consiste en el movimiento de los nutrientes hasta la superficie de las raíces, se produce cuando se desplaza la solución acuosa para reemplazar la cantidad de agua absorbida.

Difusión: se produce sin movimiento de agua cuando la concentración de un nutriente en la superficie de las raíces es menor que en la solución acuosa del suelo, los iones se desplazan hacia los puntos de baja concentración hasta alcanzar un equilibrio. Este mecanismo es el predominante en suelos naturales en el caso de fósforo y potasio, dada la escasa concentración que presentan en la solución de suelo.

Cuadro 4.2. Porcentajes aproximados de absorción mineral de cada nutriente por cada uno de los métodos de absorción de nutrientes (Fuente: Alarcón, 2000).

Nutriente	Interceptación por las raíces, %.	Flujo de masas, %.	Difusión, %.
N	1 a 2	80 a 98	0 a 20
P	2 a 3	5 a 6	90 a 92
K	1 a 2	17 a 20	78 a 80
Ca	28 a 30	70 a 72	-
Mg	13	87	-
S	2 a 5	95 a 98	-
B	3	65	32
Cu	70	20	10
Fe	50	10	40
Mn	15	5	80
Mo	5	95	-
Zn	30	30	40

4.1.5. Factores que influyen en la absorción mineral

Dado que un amplio número de factores que influyen en la absorción de los elementos nutritivos son afectados por los manejos culturales, es importante conocerlos para una mejor toma de decisiones.

4.1.5.1 Factores del suelo

Textura: los suelos de texturas finas presentan mayores posibilidades de contacto con los pelos radicales absorbentes.

Contenido de oxígeno en la atmósfera del suelo: la absorción mineral se inhibe por la ausencia de oxígeno. En la medida que la atmósfera del suelo se enriquece en oxígeno, aumenta la respiración de las raíces y la absorción radical.

pH del suelo: la reacción del suelo afecta a la absorción por su influencia sobre el estado de asimilación del nutriente o la cantidad disponible del mismo. A determinados valores de pH el nutriente puede formar compuestos insolubles, por ejemplo, la precipitación de Fe, Mn y Cu a pH básico en forma de hidróxido. Además, la actividad de los microorganismos puede inhibirse en determinadas condiciones de pH.

Interacciones iónicas: se trata de antagonismos y sinergismos entre los diferentes elementos.

Antagonismos: cuando el aumento en la concentración de un elemento reduce la absorción de otro, como Na/Ca, K/Ca, K/Mg y Ca/Mg.

Sinergismo: cuando el aumento en la concentración de un elemento favorece la absorción de otro, ejemplo, N/K, P/Mo.

4.1.5.2. Factores relacionados con la planta

Naturaleza de la planta: distintas plantas en un mismo suelo, pueden tener una nutrición mineral diferente, cuantitativa y cualitativamente.

Estado fenológico: las plantas jóvenes absorben más rápida e intensamente los elementos minerales, disminuyendo esta absorción paulatinamente conforme se envejecen.

4.1.5.3. Factores climáticos

Temperatura: dentro de los límites fisiológicos, 0 a 40 °C, un aumento de temperatura provoca una mayor absorción de iones.

Humedad: de manera general, la absorción mineral se incrementa al aumentar, dentro de unos límites, la humedad del suelo.

Luz: la luz ejerce sobre la nutrición mineral un efecto indirecto, el incremento de la iluminación produce un aumento de las reservas de carbonatadas y de la transpiración, por lo que la absorción mineral tiende a intensificarse.

4.1.6. Los nutrientes

Ahora recordemos las funciones, la movilidad en la planta, las fuentes y otras características de los nutrientes que debemos considerar al aportarlos al melón según las condiciones particulares de la explotación, del predio que nos corresponda visitar.

Nitrógeno, N

Es un componente de las proteínas y está presente en la mayoría de las combinaciones y estructuras orgánicas de las plantas, constituyendo el factor más limitante en el crecimiento de las plantas.

El N procede, si no consideramos el suministro de fertilizantes, de los aportes de la materia orgánica del suelo sometidos a una serie de transformaciones bioquímicas.

Las raíces absorben el N bajo dos formas, la nítrica y la amoniacal. Factores como la edad de la planta, la especie, el pH del suelo, etc., determinan la absorción de una u otra forma. En la mayoría de los suelos las plantas toman el N fundamentalmente en forma de nitrato.

Las grandes funciones del N en la planta se deben considerar en base a su participación como constituyente de gran número de compuestos orgánicos esenciales para el metabolismo vegetal.

El exceso de N favorece la deficiencia de otros elementos, como el Cu, además este exceso ocasiona mayor susceptibilidad a enfermedades y sensibilidad a condiciones climáticas adversas, sequías, heladas.

Es un elemento muy móvil en la planta, las deficiencias se acusan primero en las hojas más viejas.

El contenido de N varía en el suelo más que el de cualquier otro elemento, incluso dentro de un mismo potrero, el contenido de N varía en función del drenaje, la textura o la topografía.

La influencia de la aplicación de nitrógeno (N) sobre la expresión sexual en melón (*Cucumis melo L.*) ha sido reportada desde fines de los sesenta, niveles bajos de carbohidratos y contenidos altos de N resultaron en la inducción de flores masculinas, lo que implica que la cuaja de los frutos y la cosecha se retrasan entre 8 y 9 días.

Fósforo, P

La mayor parte del fósforo se absorbe como H_2PO_4^- y en menor proporción como $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$, la primera forma se absorbe diez veces más rápido, aunque depende mucho del pH del suelo.

En la planta, el fósforo mayoritariamente se halla formando parte de combinaciones orgánicas como ácidos nucleicos, lecitinas, fitina y numerosas coenzimas, además de los compuestos fosforados encargados del almacenamiento y el transporte de la energía.

Al ser un elemento bastante móvil en la planta, los síntomas de deficiencia se presentan primero en las hojas viejas.

El pH óptimo para una mejor disponibilidad del fósforo inorgánico en los suelos está situado en torno a los 6,5.

El exceso de fósforo puede inducir clorosis férrica.

El fósforo es muy importante en la formación de semillas.

Potasio, K

El potasio es absorbido por las raíces bajo la forma K^+ .

Es el principal catión presente en los jugos vegetales, encontrándose bajo la forma de sales orgánicas, sales minerales y de otras combinaciones más complejas.

Dada su extraordinaria movilidad actúa en la planta neutralizando los ácidos orgánicos y asegurando de esta manera una concentración constante de H^+ en los jugos celulares. Además, desempeña funciones esenciales en la fotosíntesis, transpiración y activación enzimática.

Dada su movilidad, la deficiencia se presenta inicialmente en las hojas viejas.

La falta de potasio provoca retraso del crecimiento, sobre todo en órganos de reserva, frutos; los rendimientos se reducen notablemente.

El incremento del rendimiento en el cultivo de melón por aumento en el nivel de N, P y K no se debe a la obtención de frutos con mayor peso sino a un mayor número de frutos cuajados favorecidos por una floración femenina más temprana.

Azufre, S

El azufre es absorbido por la planta casi exclusivamente por la forma sulfato, SO_4^{-2} . La mayor parte del sulfato absorbido se reduce en la planta a compuestos sulfhídricos (-SH), estado en el que integra los compuestos orgánicos.

La deficiencia de azufre en la planta se presenta como retraso del crecimiento, clorosis uniforme de hojas, etc., deficiencia empieza a manifestarse en las hojas más jóvenes.

Los suelos ricos en materia orgánica adsorben bastantes sulfatos y limitan sus pérdidas por lixiviación.

Calcio, Ca

Es absorbido como Ca^{+2} . Se encuentra en mayor proporción en hojas y tallos que en semillas y frutos.

El calcio, pese a estar presente en cierta cantidad en forma soluble, no se desplaza fácilmente en la planta.

Es absorbido pasivamente con la transpiración vía xilema y apenas se retransporta vía floema, esta es la causa de fisiopatías ocasionadas por deficiencia cálcica como la vitrescencia del melón.

De esta manera, tiende a acumularse en órganos viejos, mostrándose su deficiencia inicialmente en frutos, hojas jóvenes y ápices de crecimiento.

Una de las principales funciones del Ca en la planta es la de actuar como agente cementante para mantener las células unidas, es muy importante en el desarrollo de raíces.

Magnesio, Mg

Se absorbe como Mg^{+2} y es constituyente de la clorofila, actuando además como coenzima en numerosas reacciones metabólicas.

Los síntomas de carencia aparecen en hojas viejas, mostrando zonas cloróticas simétricas en el limbo de la hoja, necrosando las zonas cloróticas con rapidez.

En la degradación de la materia orgánica, el Mg pasa a sales solubles y en este estado puede ser absorbido por las plantas.

Hierro, Fe

La planta puede absorber hierro a través de su sistema radical como Fe^{+2} o como quelatos de hierro.

El hierro interviene en muchos procesos esenciales para las plantas formando parte de diversos sistemas enzimáticos. Además, es esencial en la síntesis de clorofila, pese a no formar parte de la molécula final. Todas las plantas con deficiencia de hierro presentan una sintomatología común, amarillamiento de las zonas intervenales, en contraste con el color verde oscuro de las nerviaciones. Al ser un elemento poco móvil en la planta, los síntomas aparecen inicialmente en las hojas jóvenes.

La deficiencia conlleva una disminución del crecimiento y defoliación.

Una dificultosa respiración de las raíces, también es causa directa de deficiencia de hierro.

Adecuados contenidos de materia orgánica y arcilla facilitan la disponibilidad de hierro.

La práctica más eficaz para superar la carencia de hierro es la aplicación de quelatos al suelo o al follaje.

Manganeso, Mn

Se absorbe bajo la forma Mn^{+2} y como quelato, tanto por la raíz, como por vía foliar. En hojas su contenido es mayor que en tallos, frutos y raíces.

Es un elemento poco móvil en la planta, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en hojas jóvenes, en forma de clorosis entre las nerviaciones.

La disponibilidad de Mn es elevada en suelos de pH ácido y en suelos encharcados.

El Mn se inmoviliza en presencia de grandes cantidades de materia orgánica.

Boro, B

El boro es absorbido por las plantas bajo la forma de ácido bórico no disociado.

Es relativamente poco móvil en el interior de las plantas, el ritmo de transpiración influye de manera decisiva sobre el transporte de este elemento hasta las partes superiores de la planta.

Cumple un rol importante en metabolismo de glúcidos, formación de las paredes celulares, metabolismo de las auxinas, absorción y utilización de fósforo, mejora el tamaño y la fertilidad de los granos de polen y el crecimiento de los tubos polínicos, entre otros.

Una correcta nutrición en boro facilita la resistencia a enfermedades y a factores climáticos, resistencia a daños causados por helada, por ejemplo.

Es el único microelementos no metálico.

En el suelo se encuentra ligado a la materia orgánica, de la que es liberado por los microorganismos.

Hay que prestar atención en no sobrepasar los límites de toxicidad que se encuentran muy cerca del nivel crítico.

Zinc, Zn

El zinc es absorbido por la planta como Zn^{+2} , o como quelato vía foliar o radical.

Es un elemento relativamente poco móvil al interior de la planta.

Los síntomas de la deficiencia de zinc comienzan inicialmente en hojas jóvenes.

El zinc tiende a quedar adsorbido en la materia orgánica por lo que no es fácilmente lixiviable y se acumula en los horizontes superiores del suelo.

La deficiencia de zinc aumenta en suelos arenosos y ricos en fósforo.

Cobre, Cu

Es absorbido por la planta como Cu^{+2} , o como quelato vía foliar o radical.

Requerido por plantas en muy pequeña cantidad, no es muy móvil.

El exceso de cobre se presenta normalmente a nivel radical y casi siempre asociado a deficiencia de hierro y fósforo.

Molibdeno, Mo

Es absorbido bajo la forma MoO_4^{-2} . En general las raíces presentan contenidos mayores que hojas, tallos y semillas.

Es constituyente esencial de las enzimas nitrogenasa y nitrato reductasa, por lo que los síntomas de deficiencia de molibdeno están siempre asociados con el metabolismo del nitrógeno.

Los casos de toxicidad son muy raros ya que se toleran niveles elevados generalmente.

Cloro, Cl

Es absorbido como cloruro, Cl⁻, tanto por vía radical, como por las hojas.

Es muy móvil.

Juega un rol en el proceso fotosintético, concretamente en la fotólisis del agua.

Todos los suelos contienen suficiente cantidad para satisfacer la demanda de los cultivos.

La deficiencia sólo se ha visto provocándola en condiciones de estudio.

Los daños por exceso, sin embargo, son más frecuentes y graves. Los síntomas son adelgazamiento de hojas que tienden a enrollarse y posterior aparición de necrosis.

4.1.7. Aporte de nutrientes

El aporte de nutrientes debe tener una correlación con la extracción para evitar la sobre fertilización, y las externalidades negativas que implica para el medio y para el resultado del negocio.

Como antecedente, en el Cuadro 4.3., distintos investigadores nos informan valores de extracción de macronutrientes en melón, según rendimiento.

Cuadro 4.3. Extracciones totales de macronutrientes por parte del melón según distintos autores.

Autor	Rendimiento t/ha	Nutriente kg/ha		
		N	P205	K2O
Thompson y Kelly, 1957	16,3	56,2	17,2	101,2
Robin, 1957	24	122	17	229
Ansett, 1965	67	283	137	503

Chaux, 1972	15 a 20	50	20	100
Rincon y Col, 1996	50 a 55	205	17	229

(Fuente: Alarcón, 2000).

Se presenta en el Cuadro 4.4. para cultivos de ciclo corto, primor y de plena temporada, sugerencias de momento y porcentaje de aporte de nutrientes, según estado fenológico.

Cuadro 4.4. Sugerencias de aporte de nutrientes según estado fenológico en melón

(Fuente: Lártiga, 2016, comunicación personal).

	Estado vegetativo S1	Floración y cuaja de frutos S2	Rápido crecimiento de frutos S3	Lento crecimiento de los frutos S4	Maduración de los frutos S5	60% frutos cosechados S6	final cosecha frutos S7
Cultivo forzado, 90 días de ciclo desde trasplante a primera cosecha	40 días	13 días	10 días	12 días	15 días	Depende de la variedad	Depende de la variedad
Cultivo al aire libre, 120 días de ciclo desde trasplante a cosecha	45 días	15 días	15 días	20 días	25 días	Depende de la variedad	Depende de la variedad
N aplicación	15%	10%	25%	35%	10%	5%	0%
P ₂ O ₅ aplicación	25%	25%	20%	15%	10%	5%	0%
K ₂ O aplicación	5%	5%	15%	25%	25%	20%	5%
CaO aplicación	10%	40%	20%	20%	10%	0%	0%
Nutrientes importantes	N / P	B / Mo / Ca	K / Ca	N / K	K / P		

Características	Desarrollo de raíces	Floración masculina	Alargamiento exponencial del fruto	Llenado de frutos	Acumulación de azúcar	Acumulación de azúcar	Ultima acumulación de azúcar
	Desarrollo vegetativo	Floración femenina Cuaja primeros frutos	Alto desarrollo vegetativo Segunda cuaja de frutos Desarrollo inicial de red	Tercera cuaja de frutos Desarrollo completo de la red Lento desarrollo vegetativo	Inicio de declinación sistema radical	Inicio de declinación de guías Etapas media de declinación de raíces	Declinación de guías Alta declinación de raíces

CAPÍTULO 5

5.1. Establecimiento del cultivo

El melón en sus diferentes tipos, se cultiva al aire libre; de manera forzada, bajo túneles y también es posible de explotar en invernaderos, entutorando las plantas.



Figura 5.1. Cultivo de melón entutorado para producción de semilla.

Puede establecerse por siembra directa o por almácigo y trasplante. Actualmente la siembra directa no es usada por agricultores orientados al mercado.

En este Manual, dado el mayor desafío agronómico y los costos que presenta la producción de primores, en sistema de cultivo forzado bajo túnel, profundizaremos esa técnica en el contenido de este capítulo.

Dada la información entregada en el Capítulo 3, Ecofisiología y factores ambientales, debemos, según requerimientos de temperatura y resistencia al frío, clasificar al melón como un cultivo de estación cálida.

Actualmente, en el cultivo de melones y sandía, el uso de plantas injertadas está muy pronto a transformarse en el estándar en sandía. Para el caso del melón esta técnica lleva algo de rezago, pero su adopción es cosa de tiempo. Poco tiempo.

Profundarizaremos el tema del injerto en el Manual de Manejo Agronómico para Cultivo de Sandía.

Una vez elegido el sistema de producción, aire libre o forzado, túnel, y elegido el tipo de melón, tuna o cantaloupe, se adquiere la variedad de las que hay gran presencia en el mercado. En Chile casi no se explotan los otros tipos de melón descritos en el Capítulo 1.

Independiente del tipo de sistema de producción, aire libre o túnel, en ambos se hace uso de acolchado plástico, polietileno. El acolchado, mulch, del suelo se utiliza principalmente debido a que permite lograr mayor temperatura, menor evaporación de agua y mejor control de malezas; también se obtiene mayor limpieza de frutos.

A continuación, se deben considerar los siguientes aspectos generales:

Condiciones climáticas en la localidad para el desarrollo del melón de acuerdo al tipo de cultivo elegido. Entre otros, conocer temperatura de suelo durante el primer mes de cultivo, conocer época de ocurrencia, intensidad y duración de las heladas.

Disponibilidad de mano de obra para las labores culturales del cultivo.

Disponibilidad de agua para el riego del cultivo.

Elección sistema de riego, presurizado o gravitacional.

Características físicas de suelo (profundidad efectiva, textura, drenaje, entre otros).

Origen del plantín, hechura propia o se manda a hacer.

5.1.1. Hechura del plantín

Considerar 35 a 45 días de hechura de plantines para cultivo forzado y 25 a 30 días para cultivo al aire libre.

5.1.1.1. Plantines de hechura propia, los hace el mismo agricultor

La estructura de protección destinada a la hechura de plantines, el invernadero debe estar localizado de tal forma de recibir la mayor cantidad de luz solar y poseer altura mínima de 3 m, diseñado de tal manera que permita una adecuada relación superficie/volumen.

También resulta relevante que esté localizado cerca de la casa habitación de la persona a cargo de la hechura de plantines pues se debe reaccionar rápido ante anuncio de heladas.

Las cubiertas térmicas, polietileno, mallas sombreadoras deben estar limpias y en buen estado.



Figura 5.2. Invernadero destinado a la hechura de plantines.

Mesones u otras estructuras soportantes de bandejas almacigueras diseñados e instalados de tal manera de permitir buen monitoreo del desarrollo de los plantines.



Figuras 5.3 y 5.4. Estructuras usadas para el soporte de las bandejas almacigueras.

Sistema de calefacción instalado y operativo al hacer plantines para cultivo forzado.



Figuras 5.5 y 5.6. Sistemas de calefacción de combustión abierta.



Figura 5.7. Sistema de calefacción con aire forzado caliente.

Ventilar bien durante el proceso de hechura de plantines.

Utilizar contenedores, bandejas almacigueras limpias y de un volumen de 43 – 45 cc/cavidad como mínimo, bandejas de 104 o 135 cavidades/bandeja.



Figura 5.8. Bandeja almaciguera de 135 cavidades.

El volumen mínimo de 43 - 45 cc/cavidad permite un adecuado desarrollo radical, que debe ser abundante y de color blanco.



Figura 5.9. Desarrollo radical en hechura de plantines.

Las cavidades o alvéolos de las bandejas almacigueras deben tener un orificio de drenaje en el fondo que asegure la contención del sustrato y permita la salida del exceso de agua por concepto de riego.

Utilizar sustrato estandarizado.

Si se utiliza tierra de hoja, fumigar/vaporizar esta tierra. Obtenida de proveedor autorizado.



Figura 5.10. Estructura para someter a vaporización sustrato usado en hechura de plantines.

No someter plantines a estrés de agua (excesos o falta), riegos adecuados.

Considerar eventualidad de atrasar los plantines, debido a que no se pueda trasplantar por mal clima, en caso de cultivo forzado.

Monitorear desarrollo sanitario del plantín por si se hace necesario uso de agroquímicos durante el período de hechura.



Figura 5.11. Trampa adhesiva de color azul instalada en invernadero destinado a hechura de plantines.

Si plantines presentan síntomas de etiolación (acoligüamiento), de envejecimiento u otra anomalía, no llevar a potrero, no trasplantar. Un plantín estresado predispone a enfermedades.

5.1.1.2. Plantines hechura por parte de un tercero, los manda a hacer

Acordar claramente las condiciones de entrega de los plantines con el viverista, fecha, estados fenológicos, sanitario y vigor principalmente.

Se hace indispensable que el agricultor visite frecuentemente durante el período de hechura de plantines al viverista y constate personalmente el estado de desarrollo de sus plantines.

5.1.2. Preparación de suelo de potreros meses previo al trasplante

Hechura de acequias de desagüe previo a época de lluvias.

Utilizar subsolador.

Realizar cruces entre aradura y rastrajes.

Hechura de melgas o mesas previo a época de lluvias y a la distancia elegida, 1,8 a 2,0 m entre ellas, distancia entre hilera (EH). La población de plantas productivas/ha es un componente del rendimiento que se empieza a determinar en este momento.

Arar y rastrear con la humedad de suelo adecuada, planificarse.

Se busca que suelo destinado al cultivo quede bien nivelado, no compactado ni con terrones.

5.1.3. Consideraciones y labores en potrero días previos al trasplante

Calcular y disponer del tipo y cantidad de cubiertas térmicas a ser utilizadas en el cultivo, polietileno para acolchado, *mulch*, túnel y manta térmica agrícola.

5.1.3.1. Acolchado

El acolchado es una técnica que consiste en colocar sobre la mesa de plantación un material, de origen natural o no, que forme una cubierta para disminuir la evaporación del agua, proteger la cosecha de los daños por contacto con el suelo, controlar malezas y proteger de bajas temperaturas.

Con el uso de acolchado satisfacemos el alto requerimiento térmico de las cucurbitáceas, incrementando su masa radical y por ende la absorción de nutrientes.

El color de la cubierta plástica usada como acolchado ha sido bastante investigado, se ha encontrado respuestas diferentes por tipo y variedad de melón. Además, el color puede modificar las conductas de poblaciones de insectos hacia los cultivos, encontrándose que bajo altas presiones poblacionales el efecto repelente de algunas cubiertas es claro, incrementando el rendimiento comercial.

El acolchado produce los siguientes efectos:

- Reducción considerable de la evaporación del agua desde la superficie del suelo.
- Aumento de la temperatura del suelo.
- Modificación del intercambio gaseoso aire-suelo.

Para que los efectos anteriores se produzcan es obligatorio que el acolchado quede bien sellado (atierrado) por ambos lados de la mesa.

El polietileno usado en este caso es de espesores que varían de los 0,03 a los 0,05 mm, en anchos de film que se recomienda vayan desde 1,2 a 1,4 metros.

Colores de la cubierta plástica más utilizados como acolchado:

- **Negro:** es usado principalmente al aire libre, en primavera o plena temporada, ejerce buen efecto en el control de malezas, no deja pasar radiación.
- **Blanco:** aumenta luminosidad, buen efecto en el control de malezas.
- **Naranja:** buen control de malezas, ideal para invernadero, ya que dan claridad y luminosidad.
- **Transparente:** aumenta precocidad, dado que permite que el suelo se caliente, acelerando los procesos bioquímicos y el metabolismo radicular. Consideremos que su uso en época cálida puede llegar a imponer restricciones al desarrollo vegetal, al superar por algunas horas la temperatura óptima fisiológica del cultivo, pudiendo aproximarse incluso a la temperatura máxima y disminuyendo en consecuencia el crecimiento de la planta con relación a una situación más favorable.

Además existen de color **gris y verde**, los cuales tienen buen efecto en el control de malezas, la gran desventaja de éstos es que dejan pasar poca radiación y por lo tanto no confieren precocidad.

Siguiendo con las consideraciones y labores en potrero días previos al trasplante.

Disponer del tipo y cantidad de arcos para él o los túneles.

Antes de la plantación, se recomienda, realizar un análisis nematológico del suelo.

Si el resultado del análisis señala que no hay presencia de nemátodos del género *Meloidogyne*, basta aplicar un insecticida con buen efecto residual, incorporado al suelo con un rastraje o riego, de manera de prevenir ataques de:

- *Delia* o *Hylemia platura*, gusano blanco que sube por el tallo. Es una mosca o díptero, que vuela a ras de suelo y pone sus huevos en los primeros centímetros de tierra, por lo tanto el insecticida debe ser incorporado.
- Gusano cortador, *Agrotis* spp., que ataca a nivel de cuello.

Si el análisis nematológico arroja presencia del género *Meloidogyne*, o bien, si no realizó el análisis nematológico, para mayor seguridad, use un insecticida/nematicida aplicado sobre la superficie de la mesa.

Aplicación de herbicida, cuyo ingrediente activo dependerá del tipo de malezas presente en potrero.

Aplicación fertilización de fondo, si corresponde. Incorporar los fertilizantes con rastra de clavo o rotovator, al momento de preparar la mesa de plantación.

Instalación sistema de riego presurizado, si corresponde.

Instalación correcta, bien sellada en suelo, de cubierta plástica, acolchado (mulch) o cubierta plástica y cintas de riego, según corresponda.

Instalación de arcos para túnel o túneles.

Instalación de cubiertas térmicas, polietileno y manta térmica agrícola. La producción forzada de melón que se cultiva como primor, se realiza en estructuras cubiertas con materiales plásticos, cuyo objetivo es mejorar o forzar las condiciones ambientales, fundamentalmente temperatura y permitir el desarrollo de la planta en circunstancias en que normalmente no lo haría de manera satisfactoria.

5.1.4. Labores previas al trasplante

Seleccionar bandejas con plantines que irán a potrero.

Remojo de bandejas o aplicación foliar de control biológico.

Transporte de bandejas a potrero en condiciones de resguardo, para evitar daños mecánicos y deshidratación por viento principalmente.



Figura 5.12. Transporte de bandejas a potrero en condiciones de resguardo.

Acopiar a la sombra bandejas con plantines en potrero mientras se trasplanta.

5.1.5. Labores al momento del trasplante

Índice de trasplante del plantín, dos hojas verdaderas totalmente emitidas y al menos una de ellas totalmente expandida.



Figura 5.13. Plantín con índice de trasplante.

Distribuir bandejas en potrero según programa de trasplante (disponibilidad de mano de obra).

Hacer hoyo de plantación según distancia sobre hilera (SH) elegida que va de 0,35 a 0,6 m y retirar del hoyo resto de polietileno del acolchado que se genera.

Además durante el desarrollo del cultivo se sugiere monitorear el número de plantas productivas/ha. Conocer la densidad efectiva de plantas nos permite tomar mejores decisiones de manejo agronómico del cultivo.



Figuras 5.14 y 5.15. Monitoreo de distancia entre plantas sobre hilera, SH.

Dado que la densidad de plantación es un componente del rendimiento, se debe ser riguroso en respetarla, haciendo uso de guías marcadoras robustas y en cantidad suficiente.



Figura 5.16. Guía marcadora de distancia sobre hilera, SH.

Soltar plantines y sustrato de bandejas.



Figura 5.17. Implemento para soltar plantines de las bandejas almacigueras.

Mojar hoyo de plantación sólo con agua o usando mezcla con bioestimulantes e insecticida.

Evitar el máximo de ruptura de raíces, al retirar la plántula del contenedor o alvéolo, ya que éstas heridas se transforman en entrada de hongos, como por ejemplo, *Fusarium* y *Verticillium*.

En los orificios de plantación vale la pena aplicar un insecticida que complemente aquellos aplicados al suelo.

Trasplantar poniendo plántula en hoyo sin dañarla al hacerlo, labor que se realiza de manera manual o mecánica.



Figuras 5.18 y 5.19. Trasplante manual y máquina trasplantadora.

Poner en íntimo contacto suelo y raíces de la plántula.

Aplicar al follaje mezcla de bioestimulantes e insecticida.

Tapar con las cubiertas térmicas, polietileno y manta térmica agrícola, él o los túneles según corresponda.

Sellar adecuadamente con suelo la cubierta del túnel exterior sobre todo en zona o período ventoso.

5.2. Cultivo forzado en túneles

5.2.1. Túneles

Se definen como estructuras semicilíndricas, recubiertas por una película de material plástico que sirve de abrigo, con el objeto de mejorar, sin calefacción, la temperatura al interior del túnel, con lo que se obtiene mayor precocidad y aumento de los rendimientos del cultivo.



Figura 5.20. Cultivo de melón al aire libre y bajo túnel.

El plástico más utilizado en este tipo de estructuras para cultivo forzado es polietileno, en espesores que varían entre los 0,05 a 0,12 mm.

Además, se ha masificado el uso de manta térmica, fabricada con filamentos de polipropileno. Esta manta o malla es permeable completamente al agua y aire, protegiendo a las plantas de daños por la acción del viento, lluvias fuertes, granizo y parásitos. Su permeabilidad a la luz del sol es superior a un 90%. La malla puede usarse en cultivos al aire libre o en túnel, para protegerlos de las bajas temperaturas, de hasta -5°C , según el fabricante.

Se usa como primera capa protectora, al interior del túnel de polietileno.

Esta manta se puede colocar después del trasplante directamente sobre las plantas, dejándolas relativamente sueltas para permitir su crecimiento y desarrollo. Es preferible generar un primer túnel, usando otros arcos, como se ve en las imágenes.



Figuras 5.21 y 5.22. Uso de manta térmica en túnel y puesta directamente sobre las plantas.

No debemos olvidar que las cubiertas plásticas que utilizemos deben ser lo más permeables a la luz solar, por lo tanto la utilización de polietilenos y mantas sucias, no se hace recomendable desde este punto de vista. Pero, ¿qué hay de la reutilización, buscando generar menos desechos plásticos? Esa decisión, informada de su uso o no, la toma el agricultor.



Figura 5.23. Reutilización de polietileno de temporada anterior y uso de polietileno nuevo como cubierta de túneles.

5.2.1.1. Efectos del túnel

Aumento de la temperatura promedio, aérea y radical, de la planta que se establece en su interior.

Aumento de la humedad relativa y disminución del efecto del viento.

Para que estos efectos se produzcan y los objetivos se cumplan, se debe plantar 30 a 45 días antes de la fecha en que se hacen habitualmente las primeras plantaciones al aire libre en la localidad.

5.2.1.2. Volumen de aire del túnel y ventilación

El volumen de aire que debe tener un túnel es un factor preponderante, ya que la precocidad es más o menos proporcional al volumen de aire del túnel (Jarvis, 1998).

A un m² de cultivo debe corresponderle como mínimo un volumen de aire aproximado de 0,45 a 0,5 m³.

Se recomienda como altura mínima del túnel 0,6 metros (60 cm), pudiendo trabajar con una altura de hasta un metro (100 cm).



Figura 5.24. Altura del arco, en este caso metálico, del túnel.

Para la colocación del plástico conviene elegir un día de calma, sin viento, si se instala en horas de calor, el plástico queda tirante, pero si se hace en horas frías, cuando llega el calor se forman bolsas y arrugas. Con humedad o lluvia el plástico se maneja mal, pues resbala entre las manos.

Para atirantar el plástico sin dañarlo es conveniente no utilizar las yemas de los dedos, especialmente si el operario no tiene las uñas bien cortas. El atirantado longitudinal debe hacerse a tramos de 2 a 3 metros.

5.2.1.3. Aireación o ventilación de túneles

Al abrir el túnel para airear, se debe evitar enfrenar la dirección del viento, y es deseable, pero no necesario, hacerlo por el lado más soleado y abriendo muy poco los puntos de ventilación, distantes entre sí 2 a 3 metros.

Conviene evitar, más que un enfriamiento rápido, una desecación violenta del ambiente interior del túnel.

A medida que se hace necesario aumentar la ventilación, para evitar altas temperaturas o humedad, la vigilancia debe ser más cuidadosa, para que la operación sea paulatina, no rápida.

Cuando se pretende ventilar para quitar humedad, un buen camino es disponer muchos puntos de aireación, pero pequeños. La ventilación con pérdida de humedad ambiente siempre origina una disminución de la temperatura.



Figuras 5.25 y 5.26. Ventilando túneles.

La aireación no sólo pretende evitar las altas temperaturas, sino también los excesos de humedad.

Como es lógico, estos excesos son causa de menor producción y desarrollo de enfermedades.

Después de cada labor de aireación conviene cerrar herméticamente el túnel, para evitar corrientes de aire frío y guardar durante la noche el calor recibido durante el día. Buenas horas para cerrar los túneles son las primeras de la tarde (16:30 horas), cuando el sol aún brilla y calienta.

5.2.1.4. Túneles de plástico perforado

Los túneles pueden cubrirse con plástico perforado, gracias a lo cual se puede espaciar o suprimir la práctica de ventilación ya descrita.

En cuanto a la cantidad de agujeros por metro cuadrado de plástico y el diámetro que deben tener los agujeros, existen opiniones muy diversas. En general, se estima que los agujeros deben tener un diámetro de 10 a 15 milímetros y estar distantes entre sí ocho a diez centímetros.

De todos modos, en caso que haya riesgo de heladas, los túneles de plástico perforado no son recomendables.

Se debe considerar, además, que los agricultores utilizan el plástico del túnel, como acolchado en temporadas posteriores, por lo que no resulta conveniente perforarlo.

5.3. Otras consideraciones generales

Conocer qué cultivos tienen los predios vecinos y en especial aquellos ubicados en la dirección del viento. Verificar si hay presencia de alfalfa u otra pastura, ya que tras cada corte o siega, los insectos y ácaros buscarán otro huésped.

Informarse respecto si los agricultores vecinos aplican pesticidas en forma correcta (autorizado, dosis y mojamiento adecuado), riesgo de fitotoxicidad para nuestros melones y de toxicidad para abejas y otros insectos benéficos.

Considerar si nuestro cultivo se establece en potrero colindante con cerro con espinos u otra vegetación nativa hospedero de antagonistas.

Recorrer concienzudamente el cultivo durante todo el período de desarrollo buscando presencia de plagas y/o enfermedades o algún otro daño.

Minimizar tiempo de aplicación y momento en que se detecta el síntoma o signo.

Corroborar o corregir diagnóstico usando análisis de laboratorio, consulta con especialistas u otro.



Figura 5.27. Visita de especialista.

Verificar mojamiento de las aplicaciones con marcadores (colorante azul o papel sensible).

Evaluar después de la aplicación el grado de detención o avance del problema detectado, marcando una zona del potrero.

Alternar, rotar ingrediente activo de productos agroquímicos autorizados que han sido utilizados.

CAPÍTULO 6

6.1. Manejo del riego

Las plantas de melón necesitan bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos. Estas necesidades están asociadas al microclima al interior del túnel, al clima de la localidad y a la insolación. La falta de agua en el cultivo da lugar a menores rendimientos, tanto en cantidad como en calidad.

En la región de O'Higgins el melón se cultiva en una condición de clima sin ocurrencia normal de precipitaciones, por lo que el riego es la única forma de cubrir las necesidades de agua que genera la demanda de evapotranspiración del cultivo. El cultivo de melón se realiza en su totalidad bajo condiciones de riego.

El agua aporta al sistema la capacidad de movilizar nutrientes en lo que como mencionamos, se conoce como la solución del suelo que puede llegar a las raíces y ser absorbida por las plantas. El agua dentro de nuestro sistema productivo constituye un ciclo complejo lleno de interacciones, entradas y pérdidas.

No obstante, habiéndose masificado el explotar melón usando cubiertas plásticas, aún el riego gravitacional, por surco, está muy vigente. Escenario que debe cambiar dadas las restricciones de disponibilidad de agua para riego hacia un sistema de riego presurizado, que presupone la utilización de éste como medio para entregar los fertilizantes y, en consecuencia, los nutrientes que utilizarán las plantas de melón en su desarrollo.

Puesto que las cucurbitáceas en general son muy sensibles a los encharcamientos, es el riego por goteo el que mejor se adapta al cultivo de melón.

Independiente del sistema de riego, gravitacional o presurizado, una de las mayores interrogantes de los agricultores es manejar tiempos y frecuencias de riego, referidas a cuánto durará un riego y cuando se volverá a regar.

El consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada puede ser estimada a partir de datos meteorológicas, temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, empleando el modelo de Penman-Monteith sugerido por la FAO.

Modelo que nos permite determinar la evapotranspiración de referencia, **ET_r**.

Las diferencias en evaporación y transpiración del cultivo de referencia con respecto a nuestro cultivo, melón, son integradas en un factor conocido como coeficiente de cultivo, **Kc**.

De este modo, el Kc permite calcular el consumo de agua o evapotranspiración real de nuestro cultivo en particular, E_{Tc}, a partir de la evapotranspiración de referencia, E_{Tr}, a través de: **E_{Tc} = Kc * E_{Tr}**

El **Kc** representa el efecto combinado de cuatro características principales:

Altura del cultivo. Esta tiene relación con la interacción que se produce entre el cultivo y el viento, así como la dificultad en el paso del agua desde las plantas hacia la atmósfera.

Albedo o reflectancia del cultivo. Es la fracción de la radiación solar que es reflejada por el cultivo, la cual a su vez es la principal fuente de energía para el proceso de evapotranspiración. El valor del albedo está fuertemente asociado a la porción de suelo que es cubierto por la vegetación.

Resistencia del cultivo. Se refiere a la resistencia del cultivo a la transferencia del agua y está relacionada con el área foliar, la cual a su vez es la cantidad de hojas por superficie del cultivo.

Evaporación del cultivo. Es la evaporación que se produce desde el suelo, también afectada por la cobertura vegetal.

El Kc considera los elementos que diferencian a cada cultivo del cultivo de referencia, el cual cubre el suelo completamente y es homogéneo durante toda la temporada.

Dado que las características de las plantas de melón varían durante su crecimiento, del mismo modo debe variar el Kc.

El espaciamiento entre las plantas como las características de las hojas y de los estomas afectan la evapotranspiración del cultivo.

Los valores de Kc de melón aumentan en condiciones de mayor velocidad del viento y de mayor aridez. Por tratarse de un cultivo bajo que cubre parte importante del suelo se ve afectado en cuanto captura mayor cantidad de radiación, variable que gobierna la evapotranspiración.

Para el cultivo de melón se entregan los siguientes valores Kc, referenciales de literatura:

Cuadro 6.1. Valores de Kc para melón. (Fuente: FAO. 1976)

Cultivo	Etapa del cultivo			
	inicial	desarrollo	media	maduración
Melón	0,45	0,75	1,00	0,75

La etapa inicial se da desde el trasplante, en la cual la planta cubre poca superficie de suelo, por lo que la evapotranspiración se compone mayoritariamente de la evaporación del suelo, del suelo no cubierto con el acolchado plástico.

Etapa de desarrollo ocurre desde que el cultivo cubre un 10% del suelo hasta inicios de floración.

Etapa media, es la etapa desde la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez. En esta etapa el Kc alcanza el valor máximo.

Etapa de maduración o final de temporada. El valor de Kc en esta etapa depende de si se deja retoñar o no el cultivo de melón en virtud del comportamiento del mercado.

Lo que importa es humedecer la zona de raíces que se ha decidido mojar, el bulbo de mojamiento definido y para lograr esto, la construcción, uso e interpretación de información obtenida a partir de calicatas es básico e importante, insistiendo, independiente del sistema de riego, gravitacional o presurizado.

Por lo tanto, una buena localización de las calicatas es determinante. Se excavan en la mesa, en una zona que me represente al sector del potrero, de una profundidad mínima de 0,6 m y un ancho que permita una adecuada observación. Lo que se busca es construir una mezcla entre *rizotrón* y calicata, que nos permita monitorear el comportamiento de mojado del agua de riego y el desarrollo de las raíces.

Debido a que el melón presenta una marcada susceptibilidad al exceso de humedad, es importante que el agua de riego no moje el cuello de la planta, hojas ni frutos, para prevenir la ocurrencia de enfermedades, requisito que deberemos velar por cumplir con el sistema de riego que se utilice, gravitacional o presurizado.

Dado que el sistema de riego gravitacional por surcos es hasta el momento el más utilizado, conociendo sus ventajas y desventajas, se hace recomendable el introducir mejoras que lo hagan más eficiente en términos de uso del agua y menos erosivo. Se sugiere incorporar tecnologías de bajo costo económico como el uso de mangas plásticas para distribuir el agua a modo de acequias regadoras y el uso de sifones para llevar el agua a los surcos.



Figuras 6.1, 6.2 y 6.3. Manga y válvula reguladora, uso de sifones.

CAPÍTULO 7

7.1. Manejo integrado de plagas y enfermedades

El manejo integrado de plagas y enfermedades no es una utopía a la que se debe tender, es un concepto que puede y debe ponerse en práctica. No es un tipo de control nuevo, sino una manera de entender el control de plagas y enfermedades.

Y lo primero que debemos internalizar en este concepto es que se descarta el principio de exterminio de las poblaciones plagas o bioantagonistas. Tolera la presencia de plagas a un nivel bajo, inferior al que cause daño económico. Empezamos a trabajar con el concepto de umbral de daño económico.

7.1.1. Umbral de daño económico

¿Qué es el *umbral de daño económico*? Es la densidad de población de una plaga por encima de la cual se producen pérdidas económicas. En principio, estas pérdidas empiezan cuando el costo del control es superior a la reducción de cosecha producida (Mareggiani y Pelicano, 2008). Se expresa fácil, pero debemos conocer la relación entre la densidad poblacional de la plaga y la reducción de cosecha. En muchos casos, les tocará. Esta relación es complicada de establecer. Por lo mismo, el *umbral de daño económico* no debe considerarse como algo estático, ya que si volvemos a su definición, va a variar según fluctúen los costos del control y especialmente los precios de venta de la cosecha.

Por ello, en muchos casos trabajaremos con umbrales de daño económico orientativos, definidos en base a la experiencia acumulada, que deberán contrastar con la realidad local a la que estén enfrentados.

7.1.2. Algo de historia

Antes de seguir avanzando, repasemos algo de historia y de conceptos.

En 1989 Andrews y Quezada mencionan el Control, la Protección Integrada de Cultivos que considera insectos, enfermedades y malezas; es decir el concepto de Manejo Integrado de Plagas que ha desarrollado la Universidad de California en su serie de IPM (Apablaza, 1999).

Sin embargo, al inicio de la década de los noventa se amplía más el rango de Control Integrado y aparece el concepto de Control Holístico para una determinada especie de cultivo y se consideran los términos de plaga y plaguicida en su

concepción más amplia, es decir de microorganismos, insectos y malezas como plagas; y de fungicidas, bactericidas, nematocidas, insecticidas, molusquicidas, roenticidas, herbicidas como plaguicidas (Apablaza, 1999).

El manejo sanitario en el Control Holístico consiste en considerar el potencial genético productivo y la salud de la especie durante todo el ciclo productivo, por medio de medidas de control biológicas, físicas y químicas integradas para lograr los mejores efectos posibles, considerando los límites ecológicos y económicos del cultivo y de su sistema productivo (Apablaza, 1999).

El Control Holístico se basa en ocho criterios fundamentales a ser considerados:

- Fijar una meta real de rendimiento de la especie para el sector productivo a explotar.
- Tratar de, al menos, mantener el nivel de materia orgánica del suelo a utilizar.
- Hacer una rotación de cultivos apropiada para la localidad.
- Explotar variedades resistentes o tolerantes a las enfermedades que predominan en la localidad.
- Utilizar semilla y/o plantín sano.
- Aplicar los pesticidas que sean necesarios.
- Fertilizar de acuerdo con la meta de rendimiento propuesta.
- Utilizar el control biológico en la medida que sea posible.

Este enfoque global nos ofrece una lógica de trabajo que se preocupa también del medio y que busca proceder tanto en forma preventiva como curativa.

Más allá de tal o cual nombre con el cual designar la forma en que enfrentamos el manejo sanitario de los cultivos lo que importa es que debemos integrar los diversos tipos de control en una estrategia común, considerando no sólo criterios económicos, sino también ecológicos y toxicológicos.

7.2. Enfermedades del melón

Las enfermedades constituyen uno de los elementos limitantes dentro de la producción de hortalizas, cultivos o frutales, al reducir los rendimientos o afectar la calidad del producto final. Las enfermedades pueden ser causadas por distintos

organismos y los más importantes, en orden decreciente según el daño económico que ocasionan son: hongos, bacterias y virus. De importancia secundaria son los nemátodos, fitoplasmas y los viroides (Apablaza, 1999).

Es por esto que su control lo debemos considerar desde la siembra para la hechura de plantines hasta la cosecha para así prevenirlas en lo posible, o si se presentan, evitar su dispersión.

El concepto de manejo integrado debe ser el que nos oriente en el control de enfermedades. Éste incluye medidas culturales que pretenden reducir el inóculo o evitar condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad, uso de controladores biológicos y medidas de control físico y químico.

El conocimiento epidemiológico al enfrentar las enfermedades que afectan al melón permite llegar a métodos lógicos de control.

El listado y descripción de enfermedades que afectan a las cucurbitáceas y al melón en específico lo podemos encontrar en textos de fitopatología o en la web, este Manual hará referencia a los principales agentes fitopatógenos que afectan al melón y que fueron determinados en estudio fitopatológico levantado en principal zona productora de la provincia de Cachapoal, por la especialista en fitopatología, bióloga e ingeniero agrónoma, M. Sc., Rosa Arancibia C.

El estudio señaló que las enfermedades con mayor e igual alta incidencia fueron *marchitez de plantas*, causada por *Fusarium* spp. y pudrición de guías y con color anaranjado, producida por *Erwinia carotovora*. La incidencia corresponde al número de predios del total que fueron prospectados y que presentaban plantas con síntomas de las enfermedades señaladas. La incidencia de estos dos agentes causales, fue 13 veces mayor que la del siguiente agente causal detectado, *Phytophthora capsici*.

Cuadro 7.1. Agentes causales afectando melón en valle central interior de la región de O'Higgins. (Fuente: Arancibia, 2010, comunicación personal).

Tipo de patógeno	Enfermedad	Agente causal	Incidencia, %
Hongo	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	13
		<i>Phytophthora capsici</i>	1
		<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	0,5
		<i>Rhizoctonia solani</i>	0,5

		<i>Verticillium dahliae</i>	0,5
Bacteria	Pudricion blanda de guías	<i>Erwinia carotovora</i>	13
Nemátodo	Nódulos de raíces	<i>Meloidogyne</i> spp.	0,5

Todas las enfermedades identificadas en melón causadas por hongos, presentan síntomas de daño vascular, provocando marchitez de las plantas.

Ante este cuadro de agentes causales, lo que se recomienda es:

Arrancar planta enferma a fin de evitar la diseminación a través del suelo o agua de riego, lo que podría esparcir la enfermedad en la mesa.

Cuidar el riego, evitando desnivel o apozamiento de agua para impedir daño a nivel de raíces y cuello de la planta donde se observan los síntomas causados.

Las raíces de los melones son sensibles a los nemátodos de agallas, *Meloidogyne* spp., esto ocasiona pérdida de vigor y marchitez por invasión secundaria de agentes fitopatógenos.



Figuras 7.1, 7.2 y 7.3. Síntomas de daño provocado por nemátodo *Meloidogyne* spp. en melón.

Como al melón lo afectan hongos que sobreviven asociados a restos vegetales o materia orgánica en el suelo como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*, se recomienda incorporar materia orgánica pues contribuye a aumentar la diversidad biológica del suelo disminuyendo el inóculo de estructuras de resistencia que permiten a estos hongos en general permanecer durante prolongados períodos en el suelo.

La sanidad de la semilla de melón es fundamental.

La hechura de plantines debe realizarse en sustrato desinfectado o fumigado. Es básico partir con plantín sano para reducir el efecto de estrés de trasplante e impedir o minimizar la infestación de la raíz con agentes fitopatógenos, por lo que es recomendable el tratar con algún controlador biológico, como distintas especies de *Trichoderma*, disponibles en el mercado, las raíces de las plántulas. La forma de acción de este controlador biológico es por exclusión competitiva; actúa consumiendo los nutrientes disponibles y secretados por los tejidos de la planta, presentando antagonismo hacia varios hongos fitopatógenos (Esterio y Auger, 1997).



Figura 7.4. Plantín mostrando buen desarrollo radical.

Se debe evitar someter a estrés a las plantas, esto es falta o exceso de riego, uso de agua contaminada, presencia de malezas que compiten con el melón por agua y nutrientes.

Como *Fusarium* spp. y otros hongos vasculares constituyen el principal problema fitopatológico, detengamonos acá.

Si los agentes causales que originan mayores daños penetran por las raíces, el mensaje es a cuidar la sanidad y vigor de ellas, las que se ven afectadas por la preparación de suelo, por el volumen de la cavidad de la bandeja almaciguera, por el sustrato utilizado, por el sistema de riego y otras variables del manejo agronómico del melón que debemos abordar oportunamente y que ya hemos mencionado.

En *Fusarium*, la forma de enfermedad típica corresponde a una marchitez de guías, con cambio de coloración del verde a amarillo, clorótico; le sigue una detención del crecimiento de las plantas afectadas, las cuales se desecan y mueren (Blancard *et al*, 2000).

Cerca de cosecha, con plantas con altas demandas hídricas, con mucha carga frutal, abundante follaje, se ha visto melonares completos colapsar debido a *Fusarium*, que se desarrolla con rapidez en período caluroso y se ve favorecido por daño en raíces y por diversos estreses (Apablaza, 1999).

Si se presentó fusariosis, lo recomendable es una rotación larga sin cucurbitáceas, lo que no siempre es posible dado el tamaño de la explotación predial y/ el tipo de tenencia.

Si existen variedades resistentes, lo lógico es utilizarlas.

Otra técnica que ha sido la solución para problemas de hongos vasculares en sandía es el injerto, el uso de patrones resistentes o tolerantes.

En melón, como se señaló, aún no se ha masificado esta técnica, que se trata en el Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía.

Hoy, para fusariosis en el mercado no hay un pesticida curativo, nuestro manejo debe orientarse a la prevención y la sustentabilidad ambiental.

Lo que se ha expuesto en este Manual nos recuerda las condiciones apropiadas para el desarrollo del melón, por lo que si cumplimos con entregárselas oportunamente, sin estresar la planta ni el ambiente, el llegar a cosecha con fruta de buena calidad se hace muy probable. Lo que es aún más válido para enfrentar las enfermedades del melón.

7.3. Manejo de plagas en el cultivo de melón

La variabilidad de microclimas, suelos y naturaleza de la agricultura que se hace en el área que rodea al cultivo de melón en las distintas zonas productoras en la

región de O'Higgins, nos obliga a diversificar los programas de manejo de plagas considerando las características específicas de cada localidad.

7.3.1. Algunas definiciones

El manejo integrado de plagas (MIP) es el uso sistemático de una diversidad de métodos de control y prevención, que permite al agricultor una calidad y rendimiento económicamente aceptable del cultivo, con el menor impacto ambiental posible (Larraín, 2003).

El MIP es una estrategia de manejo que involucra el uso de técnicas de monitoreo en campo, la identificación de la plaga y sus diferentes estados de desarrollo, el uso de métodos efectivos de prevención y control de plaga y el uso apropiado de plaguicidas (Larraín, 2003).

Esta forma de manejo permite la producción de frutos de calidad con menor carga de plaguicidas y con menor riesgo ambiental y para la salud humana.

Independiente de las condiciones de cada zona de producción de melones en el país, existen cuatro componentes esenciales que se deben cumplir para cada programa de manejo integrado de plagas, MIP:

Reconocimiento de las plagas y sus enemigos naturales; permite identificar las plagas y sus controladores biológicos. Es importante conocer el ciclo de vida de la plaga, su comportamiento, el estado en el cual causa daño y las condiciones de temperatura y humedad que favorecen su establecimiento y propagación.

Monitoreo en potrero de plagas y sus enemigos naturales; es la herramienta más importante en el MIP, es la que entrega la información que permite tomar decisiones de manejo, que en el corto y mediano plazo involucran acciones económicas y ambientales.

Pautas o criterios de decisión de control; en virtud de la información obtenida en los monitoreos y el registro de temperaturas, se determina el momento de control, que depende de la población de la plaga presente que debe ser controlada para evitar un daño económico en el cultivo.

Uso de diferentes métodos efectivos de control; básicamente los métodos de control utilizados en una estrategia MIP son, *control cultural*, *control genético*, *control biológico*, *control físico* y *control químico*.

Control cultural, método que consiste en modificar las condiciones favorables para el desarrollo de las plagas, como por ejemplo elegir potreros de cultivo, trasplantar plántulas libres de plagas desde la almaciguera, modificar la ventilación y la luminosidad, ajustar el uso de fertilizantes nitrogenados, controlar malezas y eliminar restos vegetales del cultivo.

Control genético, la resistencia varietal es una de las mejores defensas en el control de artrópodos plaga. Los mecanismos más comunes que se han encontrado en algunas especies son los asociados a presencia de glicoalcaloides y a los pelos o tricomas glandulares.

Control biológico, todas las especies vivientes tienen enemigos naturales, otras especies que viven a sus expensas, ya sea depredándolas, parasitándolas o enfermándolas, lo cual usualmente significa la muerte. Los parásitos, predadores y patógenos pueden contribuir significativamente a la mortalidad de artrópodos plaga de melón.

Control físico, método que tiene por objetivo reducir las poblaciones o evitar su establecimiento, utilizando barreras físicas, como mallas antiáfidos, cortinas cortaviento, trampas pegajosas de color, trampas de luz y acolchados, mulch, reflectantes, etc.

Control químico, método que considera la utilización de productos químicos, plaguicidas, orgánicos o inorgánicos, derivados de minerales, vegetales o microorganismos. En MIP, el uso de plaguicidas debe ser compatible con la salud humana y del ambiente.

El *control químico*, se usa cuando los otros tipos de control no están disponibles o fracasan en prevenir que las poblaciones de plagas causen un daño económico. La decisión de emplear un plaguicida debe estar basada en el umbral de daño, el cultivo debe ser monitoreado regularmente para determinar si la población plaga alcanza este umbral. Cuando se aplica un plaguicida debe tenerse presente que la elección del producto, formulación, dosis y forma de aplicación dependen de varios factores, incluyendo a la plaga a ser controlada, el estado de desarrollo del cultivo, el tipo de cultivo, entre otros.

Independiente de la formulación del plaguicida, éste es efectivo cuando el artrópodo plaga lo consume o entra en contacto con él, de manera que es esencial utilizar siempre un volumen de agua suficiente y presión adecuada para cubrir completamente la planta, especialmente si la plaga está escondida como por ejemplo sucede con larvas minadoras y trips, entre otros, que atacan el melón. Los volúmenes de agua a aplicar por hectárea están determinados por el equipo que se utilice, el tipo de plaguicida y el estado de desarrollo del cultivo. El

mojamiento es particularmente importante en aquellos plaguicidas cuyo modo de acción es sólo por ingestión, por ejemplo, *Bacillus thuringiensis*, cuya espora debe ser ingerida por la larva.

Como ya se ha comentado, se dará prioridad a los métodos no químicos, reservando el control químico para cuando se supere el umbral de daño económico, siempre seleccionando productos lo más selectivos posible.

En uno de los métodos no químicos del Control Biológico, el uso de microorganismos con propiedades insecticidas ha permitido dar respuestas interesantes a la acción de insectos dañinos. El de mayor éxito ha sido la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Su actividad se dirige primariamente contra lepidópteros, en su estadio de larva. En general las subespecies de *Bacillus* logran controlar alrededor de 200 especies de lepidópteros, dípteros y coleópteros (Meza-Basso *et al*, 1993).

7.3.2. Plagas en melón

Los principales artrópodos que afectan a melón en la zona de producción de la región de O'Higgins, según su estado fenológico y cuya intensidad de ataque depende del cultivo que hubo antes, de los que hay en su entorno, del manejo del potrero y de las condiciones climáticas de la temporada, son:

Mosca de la almaciguera, *Delia* o *Hylemia*, larva de díptero que afecta semillas en germinación y plántulas, penetrando en la zona del cuello. En la hechura de plantines se debe prevenir su ataque usando sustrato desinfectado o fumigado. Si hay un ataque no detectado en hechura de plantines, el daño se puede manifestar una vez hecho el trasplante, en potrero.



Figura 7.5. Adulto de mosca de la almaciguera posada sobre hoja de plantín previo al trasplante.

Gusanos cortadores, *Agrotis* spp., incluye larvas de numerosos lepidópteros que atacan en primavera, alimentándose por la noche y se entierran en el suelo durante el día. Si ataca al melón lo hace en los primeros días después del trasplante, cortando plantas a nivel de cuello y hojas más cercanas al suelo, cada larva puede dañar total o parcialmente tres o cuatro plantas en la hilera. A menudo los ataques más intensos se producen cuando el potrero viene de una empastada de fabácea, el suelo es pesado o tuvo una densa población de malezas. Aplicaciones de control dirigidas a la base de la planta. En caso de emplear cebo, no es necesario ponerlo en toda la superficie, sino sólo en los sectores donde se observe el daño, aplicándolo de preferencia al atardecer. El control es más efectivo si el suelo tiene una humedad adecuada.

Caracoles y babosas, *Helix* sp., *Limax* sp., son animales de ambiente húmedo que durante el día permanecen escondidos en la tierra, en la cara inferior del acolchado, en el suelo bajo los rastrojos acumulados. No salen sino en tiempo nuboso y húmedo en busca de comida, pero siempre de noche. Su actividad se ve favorecida por condiciones de alta humedad del suelo y del aire y temperaturas entre 15° a 20 °C, por suelos con alto contenido de materia orgánica y residuos en superficie y praderas en las cercanías.

Poseen una lengua estriada, como una lima, con la cual descortezan los tejidos de la planta. Destruyen las plántulas, cotiledones y hojas, llegando a causar su muerte. Un individuo puede llegar a comer hasta la mitad de su propio peso en una sola noche (Mareggiani y Pelicano, 2008).

Atacan en los primeros días después de trasplante en los sectores más húmedos del potrero.

Las formas de control de estas plagas incluyen métodos tendientes a su deshidratación, ya sea cambiando el hábitat o por medio de compuestos químicos o sustancias de uso doméstico, como sal, levadura, cerveza. También se puede utilizar cebos en base a metaldehído más un atrayente que se deben distribuir en forma homogéna sobre la mesa cuando se observen las primeras plantas dañadas. Producto que actúa por contacto e ingestión. No es fitotóxico si se usa según las recomendaciones. No debe permitirse que toque la superficie de las hojas. Los perros son muy sensibles al metaldehído con lo que algunos fabricantes lo mezclan con un repelente para perros (De Liñán y Vicente, 2003).

Mosca minadora, *Liriomyza* spp., las moscas pertenecen al orden Díptera, una de las más grandes agrupaciones de insectos. Poseen un sólo par de alas, que son las alas anteriores, el segundo par está transformado en balancines, los cuales estabilizan el vuelo. Es un insecto muy polífago, que además puede desarrollarse

en numerosas plantas ornamentales y malezas de distintas familias. Los adultos son de color negro con escutelo, frente, genas y patas de color amarillo, las hembras (2,3 mm) son un poco más grandes que los machos (1,8 mm) (Larraín, 2003).



Figuras 7.6 y 7.7. Babosas y uso de cebo.



Figura 7.8. Adulto de *Liriomyza* spp.

Las larvas son vermiforme, de color blanco cremoso, llegando a medir alrededor de 3 mm en pleno desarrollo. Las hembras depositan sus huevos en forma aislada bajo la epidermis de las hojas. A los pocos días nace una pequeña larvita que comienza a alimentarse cerca de la nervaduras de las hojas realizando galerías, las cuales van aumentando de tamaño a medida que la larva crece. La duración de los distintos estados depende directamente de la temperatura, siendo la óptima entre los 20 °C y los 27 °C. La mayor actividad de la plaga se produce en horas de poca luminosidad (Larraín, 2003).

El principal daño lo causan las larvas al horadar entre las superficies superior e inferior de las hojas. Daño que reduce la capacidad de hacer fotosíntesis de las plantas y las hojas afectadas mueren prematuramente. Si el ataque es severo las plantas se marchitan y pueden perder la mayor parte del follaje. Si el ataque ocurre con fruta cuajada, la defoliación puede disminuir el rendimiento.



Figura 7.9. Larva de *Liriomyza* spp. y su daño.

Las hembras al oviponer perforan la hoja, provocando daño.

Tanto este daño como el de las larvas constituyen puntos de entrada de organismos patógenos a la planta.



Figura 7.10. Daño de *Liriomyza* spp.

En Chile se ha detectado la presencia de *Opius* sp., *Ganaspidium* sp., *Didimotropis cercius*, *Diglyphus* sp., entre otros parásitos de la mosca minadora. Complejo de parásitos que con el aumento de las temperaturas inician su desarrollo. El uso de trampas adhesivas amarillas es una buena herramienta para hacer el monitoreo, dado que el color amarillo es el más efectivo para atraer moscas del género *Liriomyza* (Larraín, 2003).

El plaguicida de ingrediente activo ciromazina, tiene bajo impacto sobre abejas adultas. Es un insecticida sistémico, regulador del crecimiento de las larvas de *Liriomyza* spp. y otras moscas minadoras de las hojas. Interrumpe el ciclo de desarrollo de las larvas. No es activo sobre adultos. Su impacto sobre los depredadores es mínimo (De Liñán y Vicente, 2003).

También se puede usar abamectina, acaricida e insecticida natural, de acción traslaminar y sistemica localizada, de amplio espectro, producido por *Streptomyces avermitilis*, microorganismo del suelo. Como es tóxico para la abejas por contacto, no se debe aplicar durante las horas en que pecorean.

Por su composición química y modo de acción no se prevén resistencias cruzadas con otros plaguicidas. Resulta eficaz por ingestión y contacto siendo mucho más activo en el primer caso. Se fija fuertemente al suelo y se considera esencialmente inmóvil en él. Es rápidamente degradado por los microorganismos y no se acumula. Es fotosensible (De Liñán y Vicente, 2003).

Además de la correcta elección del ingrediente activo y el momento adecuado de la aplicación, para obtener un buen control con los plaguicidas, en plagas que comen protegidas bajo la epidermis, es importante lograr un cubrimiento adecuado de todo el follaje. El volumen de agua debe ser calculado en forma precisa, haciendo una buena calibración del equipo.

Trips, *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci*, pequeños insectos que miden entre 0,5 a 2 mm, en el adulto el aparato bucal está provisto de estiletes cortos, los cuales están adaptados para raspar y succionar. Se reproducen por partenogénesis o sexualmente. Es una especie altamente polífaga que tiene al melón como hospedero secundario (López y Bermúdez, 2007).

El daño al follaje se manifiesta inicialmente como pequeñas manchas decoloradas que pueden alcanzar a todo el limbo de la hoja. En la fruta se observa inicialmente una pérdida de color y al crecer la fruta se produce un russet.

Encontrándose también en especies de árboles nativos, eucaliptos, zarzamora y diversas especies aleatorias al melonar. Su importancia se incrementa en las

zonas donde se cultiva ajo, ya que al arrancarse éste el trips se dispersa por sus propios medios. Esta dispersión ocurre a través de los adultos que son insectos alados, sin embargo, no tienen una tendencia migratoria importante y permanecen en las hojas o frutos aún cuando son perturbados en una revisión.



Figuras 7.11 y 7.12. Vegetación aledaña al cultivo.

Un manejo que permite minimizar la incidencia de esta plaga es manejar hospederos alternativos aledaños al melonar, como zarzamoras u otros, en la medida que sea posible, con poda de rebaje, lo que permite reducir el área de dispersión de la plaga por el viento.

Frankliniella occidentalis, trips de la flores, constituye el principal vector del virus de la marchitez manchada del tomate, TSWV.

Pulgones, *Aphis gossypii* Glover, llamado el pulgón del melón y otros áfidos. Se conocen con el nombre de áfidos y se caracterizan por poseer un cuerpo globoso, blando. A nivel de potrero se comporta como una plaga ocasional. *Aphis gossypii* Glover es una especie cuyas hembras aladas miden entre 1,2 a 2,0 mm de largo, con cabeza y torax negro opaco, ojos rojos con abdomen amarillo verdoso. Es una especie altamente polífaga. La diseminación ocurre a partir de las hembras aladas que migran desde alguno de sus hospederos en busca de nuevos sustratos para su alimentación. Una vez colonizado un nuevo hospedero, comienzan a generar crías vivas de forma áptera. Las generaciones aladas se producen cuando deben migrar en busca de nuevos hospederos (González, 1989).

El control biológico está constituido por alrededor de 13 especies de depredadores y parasitoides, siendo la mayoría nativos o endémicos (López y Bermúdez, 2007).

Cuadro 7.2. Enemigos naturales de pulgones citados para Chile. (Fuente: López y Bermúdez, 2007).

Enemigo natural	Orden/familia	Estadios que ejercen el control	Estadios de la plaga que controla	Origen	Condición
<i>Adalia bipunctata</i> L.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Introducido	Depredador
<i>Adalia deficiens</i> Muls.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Depredador
<i>Coccinellina reflexa</i> Germ.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Endémico	Depredador
<i>Eriopis connexa</i> Germ.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Depredador
<i>Hippodamia convergens</i> Guer.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Introducido	Depredador
<i>Hyperaspis sphaeridioides</i> Muls.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Depredador
<i>Scymnus bicolor</i> Germ.	Coleóptera/ Coccinellidae	Adultos y larvas	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Depredador
<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rond.	Diptera/ Cecidomyiidae	Larvas	Ninfas y adultos	Endémico	Depredador
<i>Allograpta hortensis</i> Phil.	Diptera/ Syrphidae	Larvas	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Depredador
<i>Aphidius colemani</i> Vier.	Hymenóptera/ Aphidiidae	Adulto	Ninfas y adultos	Endémico o nativo	Parasitoide
<i>Aphidius matricariae</i> Hald.	Hymenóptera/ Aphidiidae	Adulto	Ninfas y adultos	Introducido	Parasitoide
<i>Lysiphlebus testaceipes</i> Cresson.	Hymenóptera/ Aphidiidae	Adulto	Ninfas y adultos	Introducido	Parasitoide
<i>Chrysoperla</i> sp.	Neuróptera/ Chrysopidae	Larvas	Ninfas y adultos	Introducido	Depredador

En el Cuadro 7.2. se puede observar la alta participación de cocinélidos, chinitas, en el complejo de especies asociadas a pulgones, así como el predominio de especies depredadoras sobre parasitoides.

No debiera ser una plaga que requiera intervención con pesticidas si en la zona en que explotamos el melón no hay un uso indiscriminado de ellos y se verifica una presencia abundante de alguno de sus numerosos enemigos naturales. De ser necesario, su control puede efectuarse con productos selectivos a los enemigos naturales, como el de ingrediente activo pirimicarb.



Figura 7.13. Adulto de coccinélido, chinita, en planta de melón.

Arañita, *Tetranychus* spp., típicas arañas rojas de cuerpo globoso u ovoide, fitófagas, sólo los estados ninfales y adultos se alimentan de tejido vegetal. Son especies ovíparas, algunas capaces de producir abundante tela que cubre el follaje del cultivo (González, 1989).

No tienen al melón como hospedero primario, pero las infestaciones suelen ser tardías e inducidas por condiciones como temperaturas altas, sequedad ambiental y estrés hídrico.

El buen estado nutricional de las plantas, con elevados aportes de fertilizantes nitrogenados aumenta el crecimiento de sus poblaciones.

Otro hospedero utilizado por la plaga es el arbusto ornamental *Crataegus* sp., estando presente en malezas como correhuela, *Convolvulus arvensis*, malva, *Malva nicaensis*, como refugio invernal. A partir de estas colonias o individuos aislados se inicia el crecimiento poblacional en primavera (López y Bermúdez, 2007).

Lo frecuente es que se constituya en plaga sólo en pleno verano, las colonias no buscan hojas escondidas al interior del follaje sino más bien las hojas externas, por lo que su detección es más fácil. En verano, por efecto de las altas tempera-

turas, los ciclos se acortan y la población crece rápidamente llegando, si no se controla oportunamente, a colonizar y dañar las hojas nuevas de los brotes más juveniles.

Frecuentemente las poblaciones crecen más rápido en las orillas de caminos dado que el tránsito de maquinaria levanta polvo que se deposita sobre el follaje. En estas condiciones la población de arañitas es capaz de alimentarse y multiplicarse sobre el follaje. Sin embargo, los enemigos naturales no son eficaces en su depredación.

Las colonias de la plaga se ubican en la cara inferior de la hoja, envés, inicialmente y si el ataque es severo, también se ubican en el haz de las hojas y preferentemente en torno a la nervadura central, para luego extenderse a las laterales. Se alimentan sólo de hojas, tiernas y jóvenes, pero completamente desarrolladas, desde donde succionan el contenido de las células epidérmicas. Producto de esto la hoja adquiere una apariencia deslustrada, provocan una decoloración intervenal de la lámina, deformación de los tejidos y su deshidratación puede llevar a una defoliación, disminuyendo la capacidad fotosintética y el crecimiento de frutos y otros órganos de la planta. Además, aumenta la posibilidad de que exista daño por golpe de sol en fruta. En ataques severos se caen hojas y flores.

Las arañitas rojas poseen enemigos naturales, de ellos el más importante es *Stethorus histrio*, una *chinita* pequeña de color negro. Se trata de un depredador de estados móviles y de huevos de la plaga que consume presas, tanto durante su fase de larva como de adultos. Es una especie nativa. Los adultos son capaces de volar y buscar focos de arañitas. Una vez que los encuentran, y si la población es suficiente, colocan sus huevos junto a la colonia. De ellos nacerán las larvas de color café que recorrerán las hojas caminando en busca de presas para alimentarse. Un vez completado su desarrollo pupan en la misma hoja y luego nacerán de ellas los nuevos adultos que repetirán el ciclo y la diseminación. *Stethorus* es un depredador generalista que se alimenta de diversas especies de arañitas.

Otra especie benéfica, un depredador generalista, es *Oligota pygmaea*, pequeño y de color negro. Los adultos son de cuerpo alargado y se desplazan entre las arañitas con la parte posterior del abdomen levantado (López y Bermúdez, 2007).

Otro depredador, más generalista que las especies citadas antes, es *Chrysoperla* sp., un depredador de pulgones, mosquitas blancas, trips y tetraníquidos. Por tal motivo, su efecto sobre la plaga tiene que ver con la presencia de ésta en el sector y a la oferta de presas alternativas, algunas de las cuales se consideran más atractivas para este insecto.

El control químico debe ser realizado cuando se carece de enemigos naturales o cuando son insuficientes para mantener la plaga bajo el umbral de daño económico definido.

El uso de azufre permite mantener a discreción el problema, en caso de ataque severo debe aplicarse acaricida.

CAPÍTULO 8

8.1. Manejo de malezas en el cultivo de melón

Se define como maleza o mala hierba, a toda planta que está presente y que crece donde no es deseada. Las malezas se caracterizan por competir con los cultivos por agua, nutrientes y luz; además pueden ser hospederos de plagas y enfermedades que producen un daño económico al reducir la calidad y/o la cantidad de fruta cosechada o porque dificultan las labores propias del manejo del melonar.

Existen suficientes evidencias que muestran que un gran número de especies son alelopáticas a ciertos cultivos.

Una vez más, la identificación precisa y oportuna de las especies de malezas junto con un conocimiento básico de su forma de invasión, propagación y persistencia en el suelo y sus respuestas al control mecánico y químico, son los elementos fundamentales para proponer y ejecutar un programa de manejo y control que sea eficaz, eficiente y amigable con el medio.

Las especies de malezas que se encuentran en un cultivo en general no varían, pero la proporción relativa de ellas cambia según el sistema de laboreo.

La importancia de la especie de maleza puede ser determinada por el costo económico de su control, la magnitud de su potencial de daño o la frecuencia de aparición en el cultivo.

8.1.1. Período crítico de competencia

Las características más importantes de las plantas cultivadas, asociadas con la habilidad competitiva respecto a las malezas, son en orden de prioridad: el índice de área foliar y la altura; aunque también se ha observado que tienen efecto la forma y el tamaño de la hoja. Los cultivos de arquitectura rastrera, como el melón, son malos competidores por luz, razón por la cual este factor se torna limitante en un melonar enmalezado afectando su tasa de crecimiento independiente de las especies de malezas presentes (Fernández y Giayetto, 2006).

El período del ciclo del cultivo en el cual la presencia de malezas reduce el rendimiento se denomina *período crítico de competencia* y refleja la etapa del ciclo del cultivo que debería permanecer libre de malezas para que no se produzcan pérdidas significativas de rendimiento. La mayoría de estos períodos citados para diferentes cultivos son variables, como consecuencia de las condiciones

en que se desarrollan los mismos, de las características de las poblaciones de malezas y la pérdida de rendimiento (Kogan, 1992).

Como regla general, los períodos críticos de competencia suelen extenderse desde un tercio hasta la mitad del ciclo de los cultivos.

Para el melón de cultivo forzado, se hace más determinante el tener baja presión de malezas en su *período crítico de competencia*, las primeras seis semanas después del trasplante.

No resulta razonable descansar sólo en la aplicación de herbicidas, menos aún en pensar en la erradicación de las malezas. Ni económica ni ambientalmente es acertado, debido a que las poblaciones de malezas no son reducidas al ritmo esperado y el uso continuo de herbicidas conduce a la aparición de biotipos de malezas resistentes.

Frente a esta problemática, el concepto de control fue reemplazado por el de manejo de malezas; que no se limita al uso de herbicidas, sino que integra conocimientos sobre la dinámica de semillas u otros propágulos en el suelo, emergencia, fisiología, crecimiento y reproducción de las malezas, y la interacción entre las malezas y el cultivo entre otros aspectos (Kogan, 1992).

Para poder seleccionar el ingrediente activo a utilizar, debemos tener certeza de la especie de maleza que se pretende manejar.

8.1.2. Alelopatía, malezas y melón

El fenómeno de la alelopatía fue definido por Molisch en 1937, como el proceso por el cual una planta desprende al medio uno o varios compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otra planta que vive en el mismo hábitat o en un hábitat cercano. Según Kogan (1992), están involucrados en los procesos aleloquímicos, fenoles, naftoquinonas, terpenos, cumarinas y flavonoides.

Las especies de malezas más frecuentes en la zona de cultivo de melón en la región de O'Higgins son: ortiga, *Urtica urens*; chufa, *Cyperus esculentus* y *Cyperus rotundus*; pasto bermuda *Cynodon dactylon*; maicillo, *Sorghum halepense*; duraznillo, *Polygonum persicaria*; bledo, *Amaranthus* spp.; malva, *Malva* sp.; chamico, *Datura* sp.

Las malezas que mayores problemas presentan a los agricultores son *Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*, *Sorghum halepense* y *Cynodon dactylon*. Para todas ellas se reportan efectos alelopáticos y además presentan estrategias de propagación muy exitosas.

Chufa, *Cyperus* spp., es una de las malezas más perjudiciales en los suelos arables y está ampliamente distribuida en la principal zona productora de melón, ocasionando problemas desde el trasplante hasta el término del cultivo. Además de las interacciones competitivas con las plantas de melón, perfora, atraviesa el polietileno usado como acolchado e incluso la cintas de riego.

Estas especies, herbáceas perennes complejas, se caracterizan por una activa y eficiente propagación por tubérculos y dada su agresividad rápidamente monopoliza las zonas de cultivo. Lucema y Doll (1976) reportan que los inhibidores alelopáticos de *Cyperus* spp., están presentes en mayor cantidad y son más activos en los tubérculos que en las hojas.

El máximo crecimiento vegetativo se produce temprano en la temporada y luego, en la medida que los días se acortan, se produce una gran cantidad de tubérculos.

Según Kogan (1992), más del 75% de los tubérculos se producen en los primeros 15 cm de profundidad y presentan una vida media de 4 meses, los que se localizan a 45 - 70 cm de profundidad presentan una vida media de 6 meses.

La dormancia de los tubérculos es uno de los principales obstáculos para manejar estas especies.

Si nuestro manejo logra que todos los tubérculos o al menos un gran porcentaje de ellos brotaran al mismo tiempo, las plantas así generadas podrían ser destruidas con aplicaciones de herbicidas postemergentes (Kogan y Pérez, 2003).

Asimismo, el barbecho del suelo y los programas de descanso de tierras, al igual que la siembra de praderas y abonos verdes, ayudan a prevenir y controlar las poblaciones de las malezas más problemáticas, debido a que alteran sus ciclos de crecimiento.



Figura 8.1. Abono verde y su benéfico efecto en la estructura del suelo.

Parte del manejo de malezas son las técnicas culturales o control de maleza no químico, como la limpieza de todo tipo de maquinaria, tanto de preparación de suelo como la usada en cosecha o postura/retiro de cubiertas plásticas, con lo cual se evita el transporte y dispersión de propágulos de malezas. Conven-gamos que esta medida puede ser muy básica e importante, pero no es común que los agricultores la practiquen. Empleo de cultivadoras u otro implemento de deshierbe mecánico evitando la erosión del suelo. Si resulta económicamente viable y se dispone de mano de obra, hacer deshierbe manual.

CAPÍTULO 9

9.1. Madurez, cosecha y rendimientos comerciales

El melón es un fruto que se consume maduro, por lo tanto el índice de madurez está dado fundamentalmente por el contenido de azúcares, medido a través de los sólidos solubles y el color de fondo.

Algunas de las características del fruto y contenido de sólidos solubles según tipo de melón se muestran en el Cuadro siguiente.

Cuadro 9.1. Características del fruto y contenido de sólidos solubles por tipo de melón.

Tipo de melón	Sólidos solubles, °B.	Otras características
Amarillo	12 a 14	Piel amarilla, no verdosa, pulpa crocante, de color semiverde a blanco.
Honeydew	> 10; óptimo 12 a 15	Piel lisa y de color blanco o blanco cremoso.
Piel de sapo	13 a 15	
Charentais	13 a 15	
Galia	12 a 14	Color uniforme, reticulado homogéneo.
Cantaloupe	> 9	Red uniforme y bien desarrollada, color de fondo pardo amarillento, pulpa color rosado naranja.

(Fuente: Gil, 2001).

Los frutos de melón se cosechan a mano dado que su epidermis es tierna y se daña fácilmente durante la cosecha y acondicionado. Por lo tanto, los manejos de cosecha y postcosecha deben realizarse cuidadosamente y ser los menos posibles para evitar daños en la epidermis y pérdida de la apariencia de la fruta, mayor deshidratación y podredumbres.

Para un buen resultado económico del cultivo deben cosecharse entre 5 a 6 frutos con calidad y condición comercial.

Una práctica de campo razonable es el correcto uso de refractómetro calibrado y bien mantenido al iniciarse el período de cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, Antonio L. 2000. Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades Agrícolas S.A. Murcia. España. 460 p.

Apablaza H., Gastón. 1999. Patología de cultivos. Epidemiología y control holístico. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 347 p.

Astorga O., Ricardo. 2011. Manual de fertilización y riego en hortalizas bajo plástico. Impresos el Mercurio de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 84 p.

Black, C.C.; Chen, T.M. and Brown, R.H. 1969. Biochemical basis for plant competition. *Weed Science* 17: 338 -344.

Blancard, D; Lecoq, H. y Pitrat, M. 2000. Enfermedades de las cucurbitáceas. Observar, Identificar, Luchar. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España. 301 p.

Castro, Sebastian y Krarup, Christian. 2010. Proyecto FIA UC PYT 2008-0207.

Cerrizuela, Edmundo A. 2005. La agricultura en la Biblia. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía* 59. Buenos Aires, Argentina.

De Liñán y Vicente, Carlos. 2002. Farmacología vegetal. Ediciones Agrotécnica. Madrid. España. 1270 p.

Di Benedetto, Adalberto. 2005. Manejo de cultivos hortícolas. Bases ecofisiológicas y tecnológicas. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. Argentina. 373 p.

Esterio G., Marcela y Auger S., Jaime. 1997. Botrytis: nuevas estrategias de control cultural, biológico y químico en uva de mesa. Crhisver Gráfica Ltda. Santiago. Chile. 125 p.

Fernández, Elena M. y Giayetto, Oscar. 2006. El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 280 p.

Giaconi M., Vicente. 1989. Cultivo de hortalizas, Editorial Universitaria, Santiago. Chile. 308 p.

Gil S., Gonzalo F. 1997. Fruticultura. El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 342 p.

Gil S., Gonzalo F. 2001. Fruticultura. Madurez de la fruta y manejo poscosecha. Fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 408 p.

González, Roberto. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Editorial Ugrama. Santiago. Chile. 310 p.

Jarvis, William R. 1998. Control de enfermedades en cultivos de invernadero. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España. 334 p.

Kogan A., Marcelo. 1992. Malezas ecofisiología y estrategias de control. Alfabetá Impresores. Santiago. Chile. 402 p.

Kogan A., Marcelo y Pérez J., Alejandro. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 333 p.

Lacoste, Pablo y Yuri, José Antonio. 2015. Frutales, cultura y sociedad. Un recorrido histórico de la fruticultura universal, y los orígenes de la fruticultura chilena hasta nuestros días. Editorial Universidad de Talca. Talca. Chile. 460 p.

Lal, R., and Stewart, B.A. 1990. Soil degradation. A global threatment. Adv. Soil Science 11: XIII - XVII.

Larraín S., Patricia. 2003. Plagas de la papa y su manejo. Colección libros INIA, 9. La Serena. Chile. 110 p.

López L., Eugenio y Bermúdez O., Paulina. 2007. Las plagas del palto en Chile: Aspectos relevantes de su biología, comportamiento y manejo. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 104 p.

Mareggiani, Graciela y Pelicano, Alicia. 2008. Zoología agrícola. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 256 p.

Mezza-Basso, Luis; Espinoza, Patricio; Theoduloz, Cristina, Vásquez, Marcela; PARRA, Carolina; Zúñiga, Javier; Sáez, Julio y Hubert, Elizabeth. 1993. Cepas nativas de *Bacillus thuringiensis*: una fuente de biopesticidas y su proyección biotecnológica. Simiente Vol 63, 71-81.

Montengero R., Gloria. 2012. Polen apícola chileno. Diferenciación y usos según sus propiedades y origen floral. Gráfica LOM. Santiago. Chile. 161 p.

Peñaloza A., Patricia. 2001. Semillas de hortalizas. Manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 161 p.

Salisbury, Frank B. y Ross, Cleon W. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México D.F. México. 759 p.

Schlatter, Juan; Grez, Renato y Gerding, Victor. 2003. Manual para el reconocimiento de suelos. Impresión América Ltda. Valdivia. Chile. 114 p.



Boletín INIA / N° 01
www.inia.cl

