



Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía

Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. et Nakai.

Editor: Patricio Abarca R., INIA Rayentué

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / Nº 02



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. Cs.

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° 02

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 de la sandía.

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 sandía

Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. et Nakai.

Editor:

Patricio Abarca R.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.,
INIA Rayentué

Boletín INIA / N° 02

INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	7
CAPÍTULO I	9
1.1. Origen y clasificación	9
1.1.1. Origen	9
1.1.2. Tipos de sandías	9
1.1.3. Clasificación	10
CAPÍTULO II	12
2.1. Ontogenia y desarrollo de la planta de sandía	12
2.1.1. Ontogenia	12
2.1.2. Desarrollo	12
2.1.3. Raíces	13
2.1.4. Crecimiento	13
2.1.5. El fruto	14
CAPÍTULO III	17
3.1. Ecofisiología, factores ambientales y labores agronómicas	17
3.2. Flor y polinización	18
3.2.1. Flor, floración y factores ambientales	18
3.2.2. Polinización	19
3.2.2.1. Agentes polinizantes, aspectos a considerar en el uso de colmenas	20
3.2.2.2. Fecundación	21
3.2.3. Factores ambientales y su efecto sobre la planta de sandía	22
3.2.3.1. Temperatura	22
3.2.3.2. Radiación y largo del día	23
3.2.3.3. Humedad relativa ambiental	23
3.2.3.4. Suelo	24
3.2.3.5. Viento	24

	Página
CAPÍTULO IV	25
4.1. Injertación, la posibilidad de cultivar sandía	25
4.1.1. Fusariosis en sandía	26
4.1.2. Injertación	26
4.1.3. Unión del injerto	28
4.1.4. ¿Por qué injertar?	29
4.1.4.1. Injerto de púa o empalme	29
4.1.5. Planta injertada, densidad de plantación y rendimiento	30
 CAPÍTULO V	 32
5.1. Suelo y nutrición vegetal	32
5.1.1. Suelo	32
5.1.1.1. Tipos de degradación del suelo	32
5.1.1.2. Algunas prácticas conservacionistas	33
5.1.2. Nutrición vegetal	34
5.1.3. Elementos esenciales y dinámica en el sistema suelo-planta	35
5.1.4. Absorción mineral	36
5.1.4.1. Mecanismos de absorción mineral	36
5.1.5. Factores que influyen en la absorción mineral	37
5.1.5.1 Factores del suelo	38
5.1.5.2. Factores relacionados con la planta	38
5.1.5.3. Factores climáticos	38
5.1.6. Los nutrientes	39
5.1.7. Aporte de nutrientes	45
 CAPÍTULO VI	 47
6.1. Sistema de producción	47
6.1.1. Confección del plantín	48
6.1.1.1. Plantín franco de confección propia, los hace el mismo agricultor	48
6.1.1.2. Plantín franco o injertado, confección por parte de un tercero, los manda a hacer	51
6.1.2. Preparación de suelo de potreros meses previo al trasplante	52

	Página
6.1.3. Consideraciones y labores en potrero días previos al trasplante	52
6.1.3.1. Acolchado	52
6.1.4. Labores previas al trasplante	56
6.1.5. Labores al momento del trasplante	56
6.2. Cultivo forzado en túneles	58
6.2.1. Túneles	58
6.2.1.1. Efectos del túnel	59
6.2.1.2. Volumen de aire del túnel y ventilación	59
6.2.1.3. Aireación o ventilación de túneles	60
6.2.1.4. Túneles de plástico perforado	60
6.3. Otras consideraciones generales	61
CAPÍTULO VII	63
7.1. Manejo del riego	63
CAPÍTULO VIII	67
8.1. Manejo integrado de plagas y enfermedades	67
8.1.1. Umbral de daño económico	67
8.1.2. Algo de historia	67
8.2. Enfermedades de la sandía	69
8.3. Manejo de plagas en el cultivo de sandía	71
8.3.1. Algunas definiciones	72
8.3.2. Plagas en sandía	74
CAPÍTULO IX	85
9.1. Manejo de malezas en el cultivo de sandía	85
9.1.1. Período crítico de competencia	86
9.1.2. Alelopatía, malezas y sandía	87
CAPÍTULO X	89
10.1. Madurez, cosecha y rendimientos comerciales	89
BIBLIOGRAFÍA	90

PRÓLOGO

Este documento se desarrolla en el marco 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, recopilando información, antecedentes técnicos y económicos del cultivo de la sandía, producida principalmente en la zona central de nuestro país.

En este manual también se entregará información útil en base a conceptos, experiencias y sugerencias prácticas que sirvan para el buen manejo en el cultivo de la sandía, especialmente para los pequeños y medianos agricultores que buscan el equilibrio económico y productivo en sus huertos. En ningún caso se pretende imponer una técnica o un concepto de manejo, más bien, una guía que permita a técnicos y agricultores elaborar propuestas conjuntas que se ajusten a cada realidad predial, con una visión rentable y sustentable.

Este manual está compuesto de varios capítulos, conforme a una secuencia lógica del proceso productivo de este cultivo, desde la confección de plantines hasta la cosecha, con énfasis en los procesos de mayor relevancia e importancia para el cultivo.

CAPÍTULO I

1.1. Origen y clasificación

1.1.1. Origen

La sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai.), es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en África, donde aún hoy crece en forma silvestre (Giaconi, 1989). Cultivo de amplia difusión en el país y de consumo generalmente crudo como postre, resulta una fruta muy refrescante que aporta muy pocas calorías, algunas vitaminas y minerales, compuesta en más de un 90% de agua, la hacen una fruta muy hidratante propia de la temporada de verano.

La sandía fue introducida por los musulmanes durante el período de dominación árabe de la península Ibérica entre los siglos VIII y XV. Su nombre marca esta procedencia ya que proviene del árabe hispánico *sandiyya*, y éste del árabe clásico *sindiyyah*, de Sind, una región del actual Pakistán.

En los últimos años, se ha incrementado el consumo de sandía gracias al auge de las ventas de productos procesados frescos (PPF) listos para consumir, modalidad para la cual la sandía resulta muy adecuada entre otras especies.

Los frutos de sandía ideales para PPF deben contar con características especiales, las que no son necesariamente coincidentes con las de frutos para venta directa, por ejemplo, las características de apariencia externa, la *cáscara*, epicarpio quebradizo, tan importante en frutos enteros, no tiene mayor importancia para PPF. Una condición indispensable de los frutos destinados a PPF es que sean sin semillas. Las variedades de sandías triploides no desarrollan semillas, sólo rudimentos seminales que son digeribles (Castro y Krarup, 2010).

Actualmente Asia es el principal continente productor de sandías, con más del 80% de la producción mundial. África, Europa y Norteamérica tienen producciones destacables. China es el principal país productor.

1.1.2. Tipos de sandías

Existe actualmente un amplio catálogo de variedades de sandía, que se clasifican por diferentes características agronómicas, como el color de la *cáscara*, tamaño del fruto, forma, sabor, etc. También se cultivan variedades de sandía sin semillas, triploides, de fruto apireno.

La fruta generalmente presenta una forma redondeada o alargada, con diámetros que pueden alcanzar los 30 cm, una gama de colores en la piel que abarca la mayoría de tonos verdosos y un característico color rojo, que puede ser rosado, anaranjado o amarillo, en su pulpa.

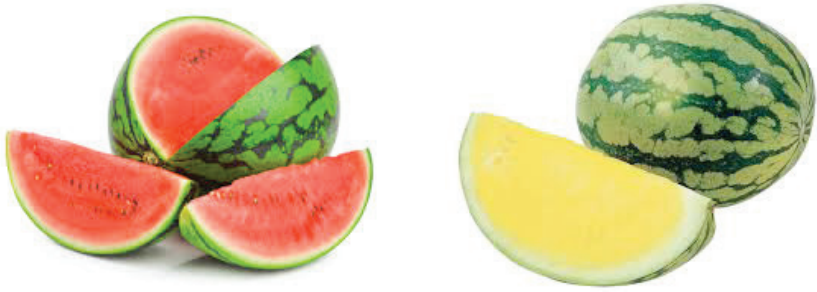


Figura 1.1. Izquierda: Sandía pulpa amarilla. Derecha: Sandía pulpa rosada.

1.1.3. Clasificación

Es una especie anual, monoica, herbácea, sin tronco, de tallos o guías tiernas, blandos, flexibles, rastreros que pueden alcanzar 4 a 6 metros de largo, provistos de zarcillos bífidos o trifidos, por medio de los cuales puede tener hábito trepador, su fruto es climatérico, corresponde a un pepónide (falsa baya) con gran contenido de agua mayor a un 90% y sabor dulce.

El producto más destacable de la genética actual en sandía, es la obtención de variedades sin semillas. Estas provienen de la cruce de un parental diploide ($2n$) con otro tetraploide ($4n$), lo que permite obtener un producto triploide ($3n$) y, por lo tanto estéril, es decir, que no desarrolla semillas, sólo rudimentos seminales, blancos y blandos que no importunan al ser ingeridos (Peñaloza, 2001).

En la sandía, las hojas son pecioladas y partidas, se presentan divididas en 3 a 5 lóbulos, el limbo con haz o cara superior suave al tacto y, el envés áspero y con la nervadura pronunciada.

La nervadura principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano.

La sandía pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y las variedades cultivadas corresponden a la especie botánica: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai.

Forma parte del Reino Vegetal, Superdivisión *Trachaeophyta*, División *Spermatophyta*, Subdivisión *Angiospermae*, Clase *Dicotiledoneae*, Subclase *Metachlamideae*, Orden *Cucurbitales*.

CAPÍTULO II

2.1. Ontogenia y desarrollo de la planta de sandía

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, 2001).

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, que están distribuidas por la pulpa, requiere temperaturas relativamente altas, mínimas de 12 a 16 °C con un óptimo entre 28 a 35 °C. Son aplanadas y generalmente de longitud menor que el doble de la



Figura 2.1. Emergencia de hojas cotiledonales y testa de semillas de sandía.

anchura, ovoides, duras, de peso y, colores variables (blancas, marrones, negras, amarillas, moteadas). La aparición de la radícula está limitada por las bajas temperaturas (Peñaloza, 2001).

Los plantines o plántulas de sandía poseen una elevada tasa lineal de crecimiento inicial, dada por el tamaño relativamente grande de sus semillas (12 a 26 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 las hojas verdaderas. La temperatura óptima para la expansión foliar se encuentra en los 25 °C, con un promedio de 20 °C.

Es una planta muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad.

2.1.3. Raíces

El sistema radical de la planta es amplio, ramificado, la raíz principal se divide en raíces primarias y éstas a su vez vuelven a subdividirse, es superficial, la mayoría se encuentra entre los 30 a 50 cm, la raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, se generan raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Este gran sistema radical, característico de las cucurbitáceas, favorece notablemente la agresividad y virulencia del patógeno del suelo *Fusarium oxysporum* sp. Para aislar la variedad de sandía de la fuente de contagio que es el suelo, se está implementando la técnica de injerto de sandía sobre patrones resistentes a algunas condiciones, como por ejemplo, enfermedades (Dinamarca, 2001).

2.1.4. Crecimiento

La sandía se caracteriza por tener un crecimiento indeterminado.

Los tallos o guías son herbáceos, verdes, tiernos, de secciones cilíndricas y blandos, pubescentes de pelos finos y cortos, presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.

Las hojas son vellosas, pecioladas y partidas, se presentan divididas en 3 a 5 lóbulos, que se insertan alternativamente a lo largo del eje principal, volviéndose a subdividir estos lóbulos en otros más pequeños, presentando profundas

entalladuras que no llegan al nervio principal cuyo tamaño y la tonalidad del color dependen del tipo y variedad de sandía.

Las hojas presentan fototropismo positivo, se mueven según la posición del sol para mantener el balance energético y el contenido de agua en los tejidos. Es una hoja de tipo pinnatinerva, de forma oblonga.



Figura 2.2. Planta de sandía en sus primeros estadios de crecimiento.

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Todas ellas son muy vistosas, de gran tamaño, color amarillo intenso y atractivas a los insectos.

2.1.5. El fruto

El fruto indehisciente corresponde a un pepónide o falsa baya, ya que, proviene de un ovario ínfero al contrario de una baya que proviene de un ovario súpero. En el caso de los pepónides como la sandía o el zapallo, la “cáscara” es parte del receptáculo o tallo que en un principio sostiene a la flor. El pericarpio o pulpa, es carnoso y originado por tres carpelos fusionados con receptáculo adherido, la

corteza tiende a ser gruesa y formada por el receptáculo (pedicelo en etapa de flor), quebradiza y variada en su color, pudiéndose ser de color verde completo en varios tonos, o con líneas de diferentes matices de verdes. El fruto en sí, presenta forma redondeada, aunque también existen ovalados, cilíndricos achatados por los extremos y, gracias a las técnicas de cultivo, incluso cuadrados. Muestra una corteza dura y lisa, de 0,5 a 4 cm de grosor.

Es una de las frutas de mayor tamaño ya que puede sobrepasar los 20 kg y desarrollar un diámetro de 30 cm. No obstante, las nuevas exigencias de los consumidores hacen que las sandías cultivadas posean pesos comprendidos entre 3 a 8 kg, tendiendo a reducirlo hasta llegar a frutos de 2 kg o menos. La pulpa o pericarpio (no existe diferencia apreciable entre endocarpio y mesocarpio), comestible, que contiene muchas semillas aplanadas de colores variables, puede ser más o menos dulce, de textura crocante y no harinosa. El sabor de la sandía es una combinación entre acuoso-refrescante y jugoso-dulce, por lo que resulta una fruta muy atractiva.

El color de la pulpa, los tres carpelos fusionados, depende de la especie y variedad y puede ir del rosa claro al rojo intenso e incluso al amarillo. El fruto es climatérico y su curva de crecimiento sigmoidea.



Figura 2.3. Fruto en condición de cosecha (pre cosecha).

Es un fruto que se consume maduro, el índice de madurez más objetivo está dado fundamentalmente por el contenido de azúcares (medido a través de los sólidos solubles, °B). Además en campo los frutos maduros se reconocen por los siguientes signos: ruido sordo al golpear la cáscara de la fruta; pedúnculo seco del fruto; mancha basal del fruto, parte en contacto con el suelo, "guata", pasa del color blanco al color crema; polvo blanquecino, semejante a la cera, cubre el fruto.

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 poscosecha sea casi inexistente y se desconozca el potencial de conservación de muchas variedades. La sandía no puede almacenarse durante más de 2 a 3 semanas en condiciones normales.

La sandía, requiere de de 577 gramos de agua para producir un gramo de materia seca (Black *et al.*, 1969).



Figura 2.4. Fruta cosechada y cargada en bins para su despacho a mercado.

CAPÍTULO III

3.1. Ecofisiología, factores ambientales y labores agronómicas

Dado que el principal objetivo comercial de cultivar la sandía es cosechar su fruto, las plantas requieren cumplir ciertas fases o etapas en su desarrollo antes de florecer, por lo que se debe explotar en zonas libres de heladas ($> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), ya que, resulta sensible a esta condición climática.

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 altura de la planta (Gil, 1997).



Figura 3.1. Planta de sandía en inicios de la fase juvenil.

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. Flor y polinización

3.2.1. Floración y factores ambientales

Las flores son solitarias y pueden ser masculinas o femeninas, del tipo diclino - monoica, es decir, ambos sexos están separados pero en la misma planta.

Las flores pistiladas o femeninas, se diferencian fácilmente porque poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente, es veloso y ovoide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía (Peñaloza, 2001).

Las flores masculinas tienen ocho estambres de igual longitud, soldados por sus filamentos, forman cuatro grupos de estambres.

- Tienen tecas arqueadas o encorvadas.
- Las flores son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares.
- La corola está formada por cinco pétalos unidos por su base, con simetría regular.
- El cáliz es de color verde, formado por sépalos libres, corisépalo.

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

- Puede florecer en una amplia gama de largos de día.
- Como otras cucurbitáceas es exigente en temperatura para lograr su crecimiento y posteriormente llegar a dar flores.
- Es una planta de gran tendencia a ser monoica o andromonoica.
- Las primeras flores en aparecer son las masculinas y a continuación las femeninas.
- La especie no tiene respuesta a los tratamientos químicos que buscan alterar la expresión sexual, como es el uso de etileno o nitrato de plata.

Con frecuencia se presenta en la planta de sandía 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).



Figura 3.2. Flor de sandía.

3.2.2. Polinización

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

Las flores son autofértiles pero no autofecundables, esto es, se puede fertilizar con polen de una misma flor pero se requiere de agentes externos para la cruce, insectos, abejas, principalmente. La fisiología de la planta puede influir sobre la actividad de los polinizadores (Di Benedetto, 2005).

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 y lo más importante desarrollan su forma normal, no generándose fruta del tipo llamado *sandía chucha*.

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 (Montenegro, 2012).

Cuando se cultiva sandía sin semillas, triploide, de fruto apireno, es necesario plantar sandía diploide como polinizadora, dado que el polen de la triploide es estéril. Se requiere que las asociaciones elegidas coincidan en su período de floración, usando entre un 25 a 40% de polinizadora y un 60 a 75% de polinizada. Se sugiere utilizar variedades en las que se pueda distinguir claramente el fruto para no confundirlas al momento de la cosecha.

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

Las abejas son los principales agentes polinizantes. Se conoce que en el cultivo para primores o cultivo forzado, las flores femeninas 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 la sandía, 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, debido al desarrollo normal de las semillas.

El uso de abejas para polinizar el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz, una flor polinizada se traduce en fruta con más semillas y, por lo tanto, 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).

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 sectores de cultivo; en las cabeceras no es recomendable, ya que, existe mayor actividad laboral. Se denomina



Figura 3.3. Colmenas de abejas en cultivo de cucúrbita.

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).

Cuadro 3.1. Momento en días después de trasplante (DDT) para la instalación de colmenas. (Fuente: Peñaloza, 2016, comunicación personal).

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

3.2.2.2. 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 sandía horas más tarde de la polinización (Peñaloza, 2001).

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

3.2.3. Factores ambientales y su efecto sobre la planta de sandía

3.2.3.1. 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 sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales.

La temperatura óptima para el crecimiento de la planta es de 25 a 35 °C durante el día y de 18 a 22 °C por la noche.

Su cero vegetativo se sitúa en los 11 a 13 °C de temperatura ambiental y se hiela a 1°C.

El rango de 18 a 20 °C es óptimo para la antesis, o sea la apertura de las flores que deja sus partes disponibles para la polinización y dehiscencia, 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).

La influencia de la temperatura está relacionada con la diferenciación de primordios florales durante el desarrollo de la flor hasta 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. La maduración de los frutos se da entre los 20 a 30 °C.

3.2.3.2. Radiación y largo del día

La sandía es considerada una planta tipo C_3 , la edad del cultivo y la intensidad lumínica modifican la fotosíntesis neta.

El sistema de producción, el uso de cubiertas plásticas, puede modificar la eficiencia de utilización de la radiación solar.

La intensidad lumínica tiene una alta influencia sobre la madurez de los frutos, sobre todo en el grado de dulzor que logran.



Figura 3.4. Planta de sandía cerca de cosecha.

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

3.2.3.3. Humedad relativa ambiental

Los extremos de humedad relativa son una fuente de potencial estrés para la sandía.

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.

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

La humedad relativa óptima para la sandía está entre 60% y 80%, siendo un factor determinante durante la floración, con un mínimo de 50% de humedad relativa se facilita la apertura de anteras, dehiscencia y la polinización.

La maduración del fruto se ve favorecida por ambientes que no sean excesivamente húmedos.



Figura 3.5. Uso de cubiertas en doble túnel y en túnel simple, polietileno y manta agrícola.

3.2.3.4. Suelo

La planta de sandía se desarrolla bien en suelos neutros o débilmente alcalinos, es sensible a las sales, por lo cual, de preferencia se cultiva en suelos que no registren más de 2 mmhos/cm. Prospera mejor en suelos franco arcillosos, de buen drenaje, sin exceso de agua, fértiles, con alto contenido de materia orgánica y un rango de tolerancias a pH relativamente amplio, de 5,5 a 7,5.

3.2.3.5. 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. En cultivo forzado, el viento también provoca daños, como el desprendimiento de las cubiertas de los túneles.

CAPÍTULO IV

4.1. Injertación, la posibilidad de cultivar sandía

En zonas donde este cultivo junto a otras especies de cucúrbitas se realiza de manera intensiva, se han producido múltiples dificultades para su desarrollo adecuado, debido a la agresividad de las distintas enfermedades que afectan a la raíz y cuello de la planta, llegando a destruir completamente las plantaciones.

El principal agente causal de la muerte masiva de plantas de sandía en todas las zonas de cultivo es el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. El inóculo de este hongo puede permanecer en el suelo sin cultivo de sandía por largos períodos de tiempo, lo que aumenta la dificultad de tratamientos para el control de la enfermedad junto con disminuir su eficacia.

A nivel nacional los mecanismos de control para evitar el ataque de *Fusarium oxysporum* se basaron principalmente en el uso de variedades que poseían resistencia a este patógeno del suelo y en menor escala en la fumigación del suelo con bromuro de metilo. Sin embargo, además de ya no disponer de bromuro de metilo, se evidenció que tras dos o tres años de cultivo, esta resistencia por sí sola no era capaz de asegurar una producción normal si el suelo estaba muy contaminado, por lo cual, su efectividad resultó cada vez menos satisfactoria.

Para los agricultores se hizo indispensable encontrar alternativas de solución a estos problemas, surgiendo la práctica del injerto herbáceo como la más efectiva.

En nuestro país el injerto de hortalizas es una práctica poco usual, transformándose, o apunto de ser, el de sandía, el procedimiento tipo o estándar del cultivo de la especie por parte de agricultores orientados al mercado.

Comercialmente las especies hortícolas que se injertan son las solanáceas como tomate, pimiento y berenjena y las cucurbitáceas como melón, sandía y pepino (Miguel, 1997).

El injerto de hortalizas es una técnica altamente popular en Corea, Japón y algunos países de Asia y Europa donde la tierra se usa de forma intensiva y/o el área destinada a la agricultura es pequeña (Lee, 1994).

4.1.1. Fusariosis en sandía

Fusariosis es la enfermedad vascular más importante que ataca al cultivo de sandía. Es causada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* (García, 1991).

Enfermedad vascular transmitida desde el suelo por el sistema vascular de las raíces. El hongo penetra por el sistema radical y se propaga por los vasos conductores, invadiéndolos y no dejando subir por ellos la savia que proviene desde las raíces (Reche, 1988).

Las plantas afectadas por *Fusarium oxysporum* presentan marchitez de hojas, que al principio puede afectar sólo a parte de la planta, seguida de la aparición en las ramas afectadas de necrosis sobre las que se ven exudaciones gomosas y, en condiciones de alta humedad, desarrollo de micelio blanquecino (Armengol y Martínez-Ferrer, 1995).

Finalmente las plantas acaban marchitándose en su totalidad y los vasos conductores de las plantas se ven completamente necrosados con una coloración rosado-café si se realizan cortes transversales en las ramas, con la consiguiente reducción en el tamaño de los frutos, que la mayoría de las veces no alcanzan tamaño comercial y no tienen buena calidad gustativa (Dinamarca, 2001).

Este hongo tiene descritas tres razas fisiológicas que corresponden a las razas: 0, 1 y 2. El conocimiento de estas razas es fundamental para el planteamiento de medidas de control (Insausti, 1990).

Contra *Fusarium oxysporum* se pueden utilizar varias tácticas como por ejemplo: utilización de variedades resistentes, desinfección de semillas, desinfección del terreno y aplicación de productos. También es conveniente la rotación de cultivos, como asimismo el injerto sobre patrones resistentes (Reche, 1988).

La injertación sobre patrones resistentes a este patógeno es una técnica está ampliamente difundida en países productores de sandía, utilizando principalmente cuatro a cinco patrones diferentes, obteniéndose con híbridos de cucúrbita los mejores resultados comerciales.

4.1.2. Injertación

Injertar es el arte de unir entre sí dos porciones de tejido vegetal viviente de tal manera que se unan y posteriormente crezcan y se desarrollen como una planta. Cualquier técnica con que se logre este fin puede considerarse como un método de injerto (Hartmann *et al*, 1990).

Según Boutherin (1994) el injerto es un método de multiplicación asexual o vegetativa artificial. El fin perseguido con el injerto es obtener la unión entre dos fragmentos de vegetales. Uno, el portainjerto o patrón, que por medio de su sistema radical y, eventualmente de una parte del tallo, suministra los elementos necesarios para el crecimiento de la nueva planta, a la vez que la aísla del patógeno. Y el otro, la variedad, aporta las características del vegetal a explotar.

El injerto es una soldadura entre el patrón y la variedad; ésta se realiza al nivel de las capas generatrices de las plantas en contacto, meristemas secundarios. Es indispensable hacerlos coincidir y que estén unidos con firmeza (Boutherin y Bron, 1994).



Figura 4.1. Afinidad morfológica entre variedad y portainjerto.

No hay método para predecir el resultado de un injerto, pero en términos generales se puede decir que cuanto más afinidad botánica exista entre las especies, mayores son las probabilidades de éxito del injerto (González, 1999).

Además debe existir una afinidad morfológica, es decir, que los haces conductores de las dos plantas que se unen tengan diámetros semejantes y estén en igual número aproximadamente y una afinidad fisiológica, de funcionamiento y analogía de savia, en cuanto a cantidad y constitución (González, 1999).

4.1.3. Unión del injerto

La unión del injerto se completa cuando se han establecido varias conexiones de xilema y floema a través de la superficie del injerto. Esto se produce normalmente en un período de una a tres semanas, siendo algo más lento el proceso cuando el injerto se realiza entre dos especies distintas que cuando se efectúa entre dos plantas de la misma especie (Miguel, 1995).

El número de conexiones es de unas cuatro veces mayor en injertos sobre la misma especie que entre distintas especies (Miguel, 1995).

Es esencial que el proceso de unión entero finalice antes que haya un desarrollo elevado de hojas en la púa para evitar la deshidratación de ésta, aunque antes de la formación de los haces vasculares, el callo permite una suficiente traslocación para permitir la sobrevivencia de la púa (Hartmann *et al*, 1990).

El prendimiento del injerto depende, en gran medida, de las condiciones ambientales que se mantienen en los cuatro a cinco días posteriores al injerto.



Figura 4.2. Planta de sandía injertada.

4.1.4. ¿Por qué injertar?

El fin fundamental del injerto en los cultivos hortícolas es obtener resistencia a enfermedades del suelo y por tanto permitir el cultivo de ciertas especies en aquellos que lo harían imposible (González, 1999).

El injerto de sandía, para prevenir *Fusarium*, comenzó en Japón en el año 1914. En el año 1917 Tachisi, publicó la técnica del injerto de púa o empalme.

La técnica del injerto tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el suelo infestado. La variedad a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género de la misma familia. En estas condiciones, el portainjerto resistente a la enfermedad permanece sano y asegura, a partir del suelo, una alimentación normal de la planta injertada, a la que aísla de la enfermedad. En la mayoría de los casos, se deja el sistema radicular del portainjerto resistente y la parte aérea de la variedad sensible (Miguel, 1997).

En cucurbitáceas la técnica del injerto se emplea principalmente para el control de enfermedades vasculares. En sandía normalmente se utiliza para luchar contra la fusariosis, pero los patrones utilizados son también resistentes a *Verticillium* (González, 1999).

Desde que se supo que la técnica de injertación en patrones seleccionados era beneficiosa para incrementar la eficiencia productiva de sandía y la adaptabilidad ambiental, la técnica de injerto fue ampliamente utilizada (Dinamarca, 2001).

En cucurbitáceas, en sandía, el método de injerto que se ha masificado en Chile, es el de púa o empalme, en el que el brote de la variedad se une a la planta del patrón o portainjerto.

4.1.4.1. Injerto de púa o empalme

Esta técnica tiene como ventajas no requerir el corte de la raíz de la variedad posterior al injerto, lo que se traduce en una menor manipulación y que la unión, el injerto, en el momento de plantación, es mucho más robusta.

El mayor inconveniente es que necesita climatización adecuada en el invernadero. Temperaturas bajas o altas, y sobre todo, una bajada en la humedad relativa antes que se haya establecido una buena comunicación entre los vasos conductores del patrón y la variedad, es de consecuencias irreversibles para las púas.



Figura 4.3. Izquierda: Detalle de injerto de púa o empalme. Derecha: Speedling con plantas injertadas

4.1.5. Planta injertada, densidad de plantación y rendimiento

La planta de sandía injertada sobre cucurbitáceas es por lo general mucho más vigorosa, seguramente por las características del potente sistema radicular, capaz de explorar un mayor volumen de suelo y absorber y seleccionar los iones de forma diferente a como lo hace la raíz de la sandía.

Debido al mayor vigor de las plantas injertadas y a una aparición más tardía de las flores pistiladas, posiblemente por cambios en la producción hormonal, la densidad de plantación oscila entre 3.500 y 4.000 plantas/ha frente a las 6.000 a 7.000 plantas/ha que son las habituales del cultivo sin injertar.

Producciones de sandía injertada en suelo contaminado son siempre muy superiores a la de las plantas sin injertar. Los híbridos de cucurbita dan siempre producciones altas y normalmente no se observan diferencias significativas entre ellos. Las plantas injertadas sobre *Lagenaria siceraria* son menos vigorosas y tiene menos capacidad de supervivencia que las anteriores.

La densidad de plantación, cuando se trata de plantas injertadas, es siempre menor que si fuera sin injertar, plantas francas. Esto se debe principalmente al mayor vigor de las plantas injertadas y al precio más elevado de los plantines. Como norma general se utiliza un 60-70% de las plantas que normalmente se establecerían en el caso de no estar injertadas.

Una densidad de plantación de 4.000 plantas/ha es suficiente para garantizar una producción similar a la obtenida con 7.000 plantas/ha, la reducción de la densidad de plantación, no influye en los rendimientos productivos por ha.

La densidad de plantación es una variable importante en el injerto, por sus implicancias sobre la producción y tamaño del fruto, y por su repercusión en los costos de cultivo dado el precio de la planta injertada, 150 a 300% más cara que una planta franca. La producción por planta va relacionada con la densidad de plantación, a mayor densidad, menor producción unitaria, debido al tamaño del fruto, pero sobre todo al número de frutos cosechados por planta.



Figura 4.4. Carga frutal.

En fruta, es posible alcanzar producciones de 2,5 a 3 U/planta en sandía injertada y de 1,2 a 1,7 U/planta en sandía franca o no injertada.



Figura 4.5. Planta injertada con densidad de 3.600 plantas/ha.

CAPÍTULO V

5.1. Suelo y nutrición vegetal

5.1.1. 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 éste capítulo pretende presentar algunas materias, conocimientos y conceptos sabidos, olvidados o desconocidos por el profesional, que debe considerar al tomar y/o sugerir decisiones respecto del uso y manejo del suelo.

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 campo, se comprende, es difícil hablar de una dinámica individual de estas propiedades y más bien 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.

5.1.1.1. 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 en el suelo. Un exceso de labores aumenta la pérdida de materia orgánica, lo que conlleva la pérdida de estabilidad estructural, que a su vez se traduce en erosión.

5.1.1.2. 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 rotaciones. Es necesario adecuar las rotaciones a los problemas específicos de cada localidad y agricultor, como una manera de disminuir la incidencia y población de inóculo.
- 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 la conciencia conservacionista del suelo en los agricultores.

5.1.2. 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 cuales 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 CO₂ más agua, las plantas logran formar moléculas conocidas como orgánicas capaces de generar más células, 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, absorción de minerales a través de las raíces y todo ser conducido a través del tallo, de manera cruda u original, conocida como *savia cruda*, viajando por el xilema y cuando ya esta procesada y en forma de compuestos orgánicos 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% (Salisbury y Ross, 1994). 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 a 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 entonces, como se ha señalado, 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.

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

El 94 a 99,5 por ciento 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.

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 por ciento, 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 5.1. 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.

5.1.4. 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 es muy corta, de algunos 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).

5.1.4.1. 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:

Intercepción 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.

En la Tabla siguiente se muestran los porcentajes aproximados de absorción mineral de cada nutriente por cada uno de los métodos anteriores.

Tabla 5.1. 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

5.1.5. 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.

5.1.5.1. 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.

5.1.5.2. Factores relacionados con la planta

Naturaleza de la planta: la planta de sandía injertada es por lo general mucho más vigorosa, seguramente por las características del potente sistema radicular provisto por el injerto, capaz de explorar un mayor volumen de suelo y absorber y seleccionar los iones de forma diferente a como lo hace la raíz de la sandía.

Estado fenológico: las plantas jóvenes absorben más rápida e intensamente los elementos minerales, disminuyendo esta absorción paulatinamente conforme se envejecen. Es durante el desarrollo de los frutos cuando la planta de sandía es más exigente en nutrientes.

5.1.5.3. 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.

5.1.6. Los nutrientes

Ahora recordemos las funciones, la movilidad en la planta, las fuentes y otras características de los nutrientes que debemos considerar al aportarlos a la sandía, 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 limitante, el 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 y 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.

Su exceso perjudica la calidad de los frutos, ocasionando grietas en ellos y, favorece el excesivo desarrollo vegetativo de la planta. En floración, su exceso favorece el aborto de flores, igualmente en la maduración, hace insípidos los frutos, afectando su vida de postcosecha.

Plantas injertadas de sandía mejoran la productividad y proporcionan frutos de mayor tamaño que sandía sin injertar, lo que se ha visto en suelos altamente contaminados. Algunos defectos del fruto, corteza más gruesa, haces vasculares más marcados, van asociados al mayor vigor de las plantas injertadas y normalmente se corrigen con un menor abonado nitrogenado y dejando el fruto unos días más en la planta.

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 encuentra 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.

Favorece el desarrollo de raíces, estimula el crecimiento y la precocidad, favorece la floración y fructificación, mejorando la calidad de los frutos.

Resulta conveniente el aportarlo en forma fraccionada durante el período de cultivo.

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.

Interviene favoreciendo el color rojo intenso de la pulpa, aumenta la dureza de los tejidos y proporciona calidad a los frutos.

La sandía lo asimila en grandes cantidades y principalmente en las primeras fases de desarrollo.

El incremento del rendimiento en el cultivo de sandía 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.

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.

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 formando 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 a 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 dissociado.

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.

5.1.7. 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 5.2., se nos informa para un rango de rendimiento, los valores de extracción de macronutrientes en sandía.

En la Tabla siguiente se informa la extracción de nutrientes por parte del cultivo de sandía.

Cuadro 5.2. Extracciones de macro nutrientes por parte de cultivo de sandía.
Fuente: Reche, 1988.

Rendimiento t/ha	Nutriente kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
40 a 60	150 - 200	100 - 125	300 - 400

Se presenta en el Cuadro 5.3. para cultivos de ciclo corto, primor y de plena temporada, sugerencias de momento y porcentaje de aporte de nutrientes, según estado fenológico.

Cuadro 5.3. Sugerencias de aporte de nutrientes según estado fenológico en sandía
(Fuente: Lártiga, 2016, comunicación personal).

	Estado vegetativo	Floración y cuaja de frutos	Rápido crecimiento de frutos	Lento crecimiento de los frutos	Maduración de los frutos	60% frutos cosechados	final cosecha frutos
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Cultivo forzado, 100 días de ciclo desde trasplante a primera cosecha	40 días	15 días	15 días	15 días	15 días	Depende de la variedad	Depende de la variedad
Cultivo al aire libre, 125 días de ciclo desde trasplante a cosecha	45 días	18 días	17 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 Desarrollo vegetativo	Floración masculina Floración femenina Cuaja primeros frutos	Alargamiento exponencial del fruto Alto desarrollo vegetativo Segunda cuaja de frutos	Llenado de frutos Tercera cuaja de frutos Lento desarrollo vegetativo	Acumulación de azúcar Inicio de declinación sistema radical	Acumulación de azúcar Inicio de declinación de guías Etapa media de declinación de raíces	Ultima acumulación de azúcar Declinación de guías Alta declinación de raíces

CAPÍTULO VI

6.1. Sistema de producción

La sandía se cultiva al aire libre, de manera forzada, bajo túneles y también es posible de explotar en invernaderos, entutorando las plantas. Exige altas temperaturas, es sensible a las heladas y las bajas temperaturas, por lo que, su cultivo al aire libre sólo es posible pasado el período de ocurrencia de heladas en la zona.



Figura 6.1. Cultivo forzado o bajo plástico de sandía.

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

Dado el mayor desafío agronómico y los costos que presenta la producción de primores en sistema de cultivo forzado bajo túnel, profundizaremos en él, el contenido de éste capítulo.

Dada la información entregada en el capítulo III, Ecofisiología y factores ambientales, se puede, según requerimientos de temperatura y resistencia al frío, clasificar al sandía como un cultivo de estación cálida.

Una vez elegido el sistema de producción, aire libre o forzado (túnel) y, elegido el tipo de plantín, franco o injertado, se adquiere la variedad de las que hay gran presencia en el mercado.

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 de la sandía de acuerdo al tipo de cultivo elegido. Conocer la temperatura del 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).
- Tipo y origen del plantín, confección propia o enviada a hacer.

6.1.1. Confección del plantín

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

6.1.1.1. Plantín franco de confección propia (lo hace el mismo agricultor)

El grado de especialización y prolijidad que exige la injertación ha determinado que no sean, aún, los propios agricultores los que obtengan sus plantines injertados.



Figura 6.2. Izquierda: Plantín injertado. Derecha. Speedling con plantines francos o sin injertar.

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.

Cubiertas térmicas, polietileno, mallas sombreadoras limpias y en buen estado. Diseño de mesones soportantes de bandejas almacigueras, diseñados e instalados de tal manera de permitir buen monitoreo del desarrollo de los plantines, se pueda transitar fácilmente y revisar los speedling.



Figura 6.3. Invernadero destinado para la confección de plantines.

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

Ventilar bien durante el proceso de confección de plantines.

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

El volumen mínimo recomendado de la cavidad del speedling, permite un adecuado desarrollo radical, que debe ser abundante y de color blanco.

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



Figura 6.4. Calefactor a combustión externo para aumentar temperatura del invernadero.



Figura 6.5. Plantines de sandía en bandejas almacigueras (speedling) de 135 cavidades.

Utilizar sustrato estandarizado.

Si se utiliza tierra de hoja como sustrato, debe ser obtenida desde un proveedor autorizado y desinfectada antes de ser utilizada.



Figura 6.6. Equipo para desinfectar a través de vaporización, el sustrato para utilizar en la confección 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 tiempo, en caso de cultivo forzado.

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

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

6.1.1.2. Plantín franco o injertado, confección por parte de un tercero

Acordar claramente las condiciones de entrega de los plantines con el viverista, fecha, estados fenológico, sanitario y, principalmente vigor; así como la especie a usar como portainjerto.

Se hace indispensable que agricultor visite frecuentemente durante el período de confección de plantines al viverista y constate personalmente el estado de desarrollo de sus plantines, tanto de la variedad como del portainjerto y, la evolución del injerto cuando corresponda.

6.1.2. Preparación de suelo de potreros meses previo al trasplante

Confección de acequias de desagüe previo a época de lluvias.

Utilizar subsolador si existen problemas de mal drenaje o compactación.

Realizar cruza entre aradura y rastrajes.

Confección de melgas o mesas previo a época de lluvias conforme a la distancia entre hileras (DEH), correspondiente al tipo de plantín, franco (2,5 a 3,0 m) o injertado (3,0 a 3,5 m).

Arar y rastrear con la humedad de suelo adecuada (estado friable), cuando el suelo húmedo se disgrega en pequeños terrones al apretarlo con la mano.

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

6.1.3. Consideraciones y labores en potrero días previos al trasplante

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

6.1.3.1. Acolchado

El acolchado es una técnica que consiste en colocar sobre la mesa de plantación un material, de origen natural o artificial, 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 se proveerá 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 motivo de

investigación por largo periodo, se ha encontrado respuestas diferentes por tipo y variedad. 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 evidente, incrementando el rendimiento comercial del cultivo.

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 con suelo por ambos lados de la mesa.

El polietileno usado en este cultivo, presenta espesores que varían de los 0,03 a los 0,05 mm (30 a los 50 micras) y, su ancho se recomienda 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, otorgan 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.



Figura 6.7. Izquierda: Acolchado o mulch color naranja. Derecha: Acolchado o mulch color negro.

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



Figura 6.8. Preparación de melgas con tiro animal para instalación de acolchado.

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

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



Figura 6.9. Arcos metálicos para dar forma a túnel.

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 suelo, 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. Práctica no necesaria al usar planta injertada sobre patrón tolerante a nemátodos.

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 rotovalor, 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 sandía 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.

6.1.4. 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.
- Acopiar a la sombra bandejas con plantines en potrero mientras se trasplanta.

6.1.5. Labores al momento del trasplante

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

Plantín injertado con zona del injerto bien unida, sana.

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

Hacer hoyo de plantación según distancia sobre hilera (DSH) elegida, que va de 0,5 a 0,7 m en planta franca y de 0,7 a 0,9 m en planta injertada y, retirar del hoyo resto de polietileno del acolchado que se genera.

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.

Soltar plantines y sustrato de bandejas.



Figura 6.10. Plantín con índice óptimo de trasplante

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

En plantín no injertado, evitar el máximo de ruptura de raíces, al retirar la plántula del contenedor o alvéolo, ya que estas heridas se transforman en entrada de hongos, como por ejemplo, *Fusarium* y *Verticillium*.

En los orificios de plantación es recomendable aplicar un insecticida que complemente aquellos aplicados al suelo.

Trasplantar colocando la plántula en hoyo sin dañarla al ejercer la labor.

Generar un buen contacto entre el suelo y las 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.

6.2. Cultivo forzado en túneles

6.2.1. 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.

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 (50 a 120 micras).



Figura 6.11. Túnel de polietileno para cultivos de sandías

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 la Figura 6.9. y 6.11.

No se debe olvidar que las cubiertas plásticas que se utilicen, deben ser lo más permeables a la luz solar, por lo tanto, la utilización de polietilenos y mantas sucias, no son recomendables. Por otra parte, surge el tema de la reutilización de los plásticos, en consideración de la sustentabilidad del medio ambiente. No obstante, la decisión, dado el costo económico involucrado de su uso, la toma el agricultor.



Figura 6.12. Retiro de cubiertas plásticas acondicionadas para su reutilización.

6.2.1.1. 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.

6.2.1.2. 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.

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).

Para la instalación del plástico conviene elegir un día sin viento y soleado, una alta temperatura permite que el polietileno quede tenso, por el contrario, si se hace en horas frías, al momento de subir la temperatura el polietileno tiende a formar bolsas y arrugas. No se recomienda la instalación de plásticos en días de lluvia, pues se complica la manipulación del mismo.

Para estirar el plástico, se debe prevenir el daño con las uñas de las manos u otros elementos que se utilicen para este fin. El estirado o tensión longitudinal del plástico debe realizarse en tramos de 2 a 3 metros.

6.2.1.3. Aireación o ventilación de túneles

Al abrir el túnel para airear, se debe evitar enfrentar 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.

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 da calor.

6.2.1.4. 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.



Figura 6.13. Túnel con perforaciones y cortes.

6.3. Otras consideraciones generales

Conocer que 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 plaguicidas en forma correcta (dosis y cubrimiento adecuado), riesgo de fitotoxicidad para nuestro cultivo de sandías 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 y monitorear cautelosamente 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 6.14. Visita del especialista en terreno para monitoreo del cultivo

Verificar el cubrimiento de las aplicaciones de plaguicidas con papel hidrosesible.

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

Alternar o rotar ingredientes activos de plaguicidas autorizados utilizados.

CAPÍTULO VII

7.1. Manejo del riego

Las plantas de sandía 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, la sandía se cultiva en una condición de clima sin la 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 sandía se realiza en su totalidad bajo condiciones de riego.

El agua aporta al sistema la capacidad de movilizar nutrientes, lo que se conce 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 sandía 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, por goteo, que presupone la utilización de éste como medio para entregar los fertilizantes y, en consecuencia, los nutrientes que utilizarán las plantas de sandía en su desarrollo.

Por otra parte el uso de plantas injertadas de sandía está ligado normalmente al uso de riego presurizado, por goteo.

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 sandía.

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 cuándo se volverá a regar.

El consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada puede ser estimada a partir de datos meteorológicos, 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, sandía, son integradas en un factor conocido como coeficiente de cultivo, **K_c**.

De este modo, el **K_c** permite estimar el consumo de agua o evapotranspiración real de nuestro cultivo en particular, **ET_c**, a partir de la evapotranspiración de referencia, **ET_r**, a través de: **ET_c = K_c * ET_r**

El **K_c** 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 **K_c** 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 sandía varían durante su crecimiento, del mismo modo debe variar el **K_c**.

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

Los valores de **K_c** de sandía 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 sandía se entregan los siguientes valores Kc, referenciales de literatura:

Tabla 7.1. Valores de Kc para sandía. (Fuente: FAO. 1976).

Cultivo	Etapa del cultivo			
	Inicial	desarrollo	media	maduración
sandía	0,45	0,75	1,00	0,70

La etapa inicial se dá 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 cobertrura 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 sandía 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 represente al sector del potreo, 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.

El consumo de agua y sobre todo del abono nitrogenado es mucho mayor en plantas injertadas de sandía, debiéndose tener especial cuidado para que el vigor no sea excesivo en desmedro de la floración, siendo recomendado después de la plantación y hasta el cuajado de los frutos, dar riegos poco frecuentes y de baja intensidad y, el abonado principalmente en base de ácido fosfórico y nitrato potásico para que el contenido en nitrógeno sea lo más bajo posible.

Para dar una adecuada respuesta a las interrogantes de los agricultores respecto del riego, tiempo y frecuencia, se debe considerar un gran número de variables, como el tipo de suelo, estado sanitario de raíces, estado fenológico de la planta, condiciones climáticas (viento, radiación solar, entre otras), variables que son particulares en cada situación.

No obstante lo expuesto, se sugiere retrasar los riegos después de trasplante para que las plantas desarrollen y extiendan al máximo su sistema radical.

CAPÍTULO VIII

8.1. Manejo integrado de plagas y enfermedades

El control integrado de los cultivos 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 nueva de entender el control de enfermedades y plagas.

Y lo primero que debemos internalizar en este concepto es que se descarta, se desecha el principio de exterminio de las poblaciones plagas o bioantagonistas. Toleramos 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*.

8.1.1. Umbral de daño económico

Y ¿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 esten enfrentados.

8.1.2. Algo de historia

Pero 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 considera 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, rodenticidas, 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 plaguicidas 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 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 catalogar 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.

8.2. Enfermedades de la sandía

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 (Aplaza, 1999).

Es por esto que su control se deba considerar desde la siembra, para la confección de plantines, trasplante 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 oriente 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 a sandía permite llegar a métodos lógicos de control.

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

El estudio señaló que las enfermedades con mayor e igual 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 8.1. Agentes causales afectando sandía 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	Pudrición blanda de guías	<i>Erwinia carotovora</i>	13
Nemátodo	Nódulos de raíces	<i>Meloidogyne spp</i>	0,5

Las enfermedades identificadas en sandía 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 que podrían diseminar 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 las sandías son sensibles a los nemátodos de agallas, *Meloidogyne spp.*, esto ocasiona pérdida de vigor y marchitez por invasión secundaria de agentes fitopatógenos.

Como a sandía la 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 (Jarvis, 1998).

La sanidad de la semilla de sandía es fundamental.

La confección 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 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).

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

Como lo vimos, el uso de plantas injertadas ha permitido enfrentar exitosamente a *Fusarium* spp. y otros hongos vasculares que constituían el principal problema fitopatológico en sandía.

Si se usa planta franca, se debe considerar lo que viene a continuación.

Estos agentes causales penetran por la raíces, por lo tanto, es primordial cuidar la sanidad y vigor de las raíces, que se ven afectadas desde la preparación de suelo por; el volumen de la cavidad de la bandeja almaciguera, el sustrato utilizado, por el sistema de riego ya en potrero, entre otras variables del manejo agronómico de la sandía que deben ser abordadas oportunamente.

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 sandiales completos colapsar debido a *Fusarium*, que se desarrolla con rapidez en período caluroso y se ve favorecido por daño en raíces y por diversos tipos de estrés (Apablaza, 1999).

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

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

8.3. Manejo de plagas en el cultivo de sandía

La variabilidad de microclimas, suelos y naturaleza de la agricultura que se hace en el área que rodea al cultivo de sandía 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.

8.3.1. 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 sandías 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 el campo 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, umbral de daño.

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 plantines 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 sandía.

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, reflejantes, 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 lo menos tóxico posible para la salud humana y el medio 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 se debe tener 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 polillas, larvas minadoras, trips, entre otros. 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, el 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 thuringensis*. Su actividad se dirige primariamente contra lepidópteros, en su estadio de larva. En general las subespecies de logran controlar alrededor de 200 especies de lepidópteros, dípteros y coleópteros (Meza-Basso *et al*, 1993).

8.3.2. Plagas en sandía

Los principales artrópodos que afectan a sandía según su estado fenológico y cuya intensidad de ataque depende del cultivo que hubo antes, de los 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 confección de plantines se debe prevenir su ataque usando sustrato desinfectado o fumigado.



Figura 8.1. Ejemplar adulto de mosca de la almaciguera.

Si hay un ataque no detectado en confección de plantines, el daño se puede manifestar una vez hecho el trasplante, en el campo.

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 a sandía 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 (leguminosas), 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. Si ataca cerca de cosecha, los daños afectan a una fina capa de la corteza o cáscara no influyendo en sus características organolépticas, pero sí en su aspecto externo. Las comeduras pueden ser realizadas en la parte del fruto que se apoya en el suelo, "la guata". El uso de *Bacillus thuringensis*, insecticida biológico con actividad por ingestión, activo sólo sobre estadios larvarios de Lepidópteros, pero que también puede actuar sobre larvas y adultos de algunos Coleópteros y Dípteros, resulta recomendable, ya que no es fitotóxico, es un producto selectivo y prácticamente inocuo para el resto de la entomofauna. Temperaturas superiores a 30 °C y humedades relativas altas disminuyen su actividad.

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.

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 sus deshidratación, ya sea, cambiando el habitat 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 homogénea sobre el lote cultivado 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.



Figura 8.2. Izquierda. Uso de cebo químico comercial. Derecha. Cebo preparado por el agricultor.

Mosca minadora, *Liriomyza* spp., las moscas pertenecen al orden Diptera, 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 (alterios), 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 grande que los machos (1,8 mm). 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 dependen 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.

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.

Las hembras al oviponer perforan la hoja, provocando daño.

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

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 son una buena herramienta para hacer el monitoreo, dado que el color amarillo es el más efectivo para atraer moscas del género *Liriomyza* (Larraín, 2003).

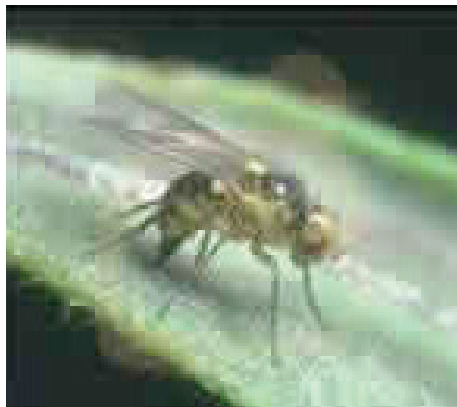


Figura 8.3. Adulto de *Liriomyza* spp.

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*, microrganismo del suelo. Como es tóxico para la abejas por contacto, no se debe aplicar durante las horas de pecoreo.

Por su composición química y modo de acción no se preven 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 regulación 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 (aparato bucal raspador – chupador). Se reproducen por partenogénesis o sexualmente. Es una especie altamente polífaga que tiene a la sandía 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 aledañas al sandial. 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 los adultos permanecen en las hojas o frutos aun cuando son perturbados en una revisión.

Un manejo que permite minimizar la incidencia de esta plaga, es disponer de hospederos alternativos aledaños al sandial, 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.

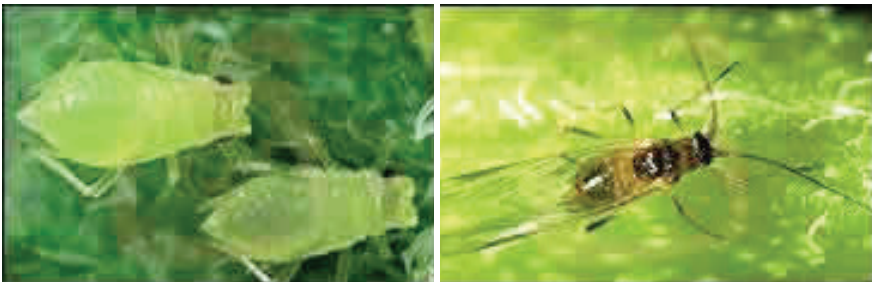
Pulgones, *Aphis gossypii* Glover, conocido como el pulgón del melón y otros. Se conocen con el nombre de áfidos y se caracterizan por poseer un cuerpo globoso y blando. A nivel de potrero se comporta como una plaga ocasional. *Aphis gossypii* Glover es una especie cuyas hembras aladas miden entre 1,2 a 2,0 mm de largo, con cabeza y tórax color 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



Figura 8.4. Ejemplar de Trips, larva y huevos.

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).



Figuras 8.5. Ejemplares de áfidos. Izquierda, Ápteros. Derecha, alados.

En el Cuadro 8.2. 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.

Cuadro 8.2. 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

No debiera ser una plaga que requiera intervención con pesticidas si en la zona en que explotamos la sandía no hay un uso indiscriminado de ellos y se verifica una presencia abundante de alguno de sus numerosos enemigos naturales.

Se puede aplicar azadiractin, componente con actividad insecticida de origen vegetal, regulador del crecimiento que impide la muda por lo que los insectos mueren. Extraído del árbol del Neem. Controla los insectos en todos sus estadios larvarios y de pupa. No controla ni huevos ni insectos adultos. Actúa por contacto e ingestión (De Liñán y Vicente, 2003).

De ser necesario control químico en su manejo, deben usarse productos selectivos a los enemigos naturales, como el de ingrediente activo pirimicarb.



Figura 8.6. Ejemplares adultos de *chinitas*.

Mosquita blanca, *Trialeurodes vaporariorum* West., está afectando al cultivo de sandía y otras cucúrbitas en las mismas zonas de la región en las que el cultivo de tomate en invernadero es importante. El daño directo producido por esta especie es por succión de savia, durante la cual inyecta toxinas, lo que en altas infestaciones puede provocar debilitamiento de la planta, detención del crecimiento, deshidratación y disminución del rendimiento. Estas mismas altas poblaciones producen una gran cantidad de mielecilla sobre la que luego se desarrolla el hongo *Capnodium* sp. causante de la fumagina, que cubre hojas y frutos, provocando una disminución de la calidad de la cosecha, costos por limpieza de frutos y dificultad en la penetración de los productos fitosanitarios. Es vector de diversos virus. El ciclo de vida es de 28 días aproximadamente, cuando las temperaturas son de 20 a 22 °C. Con temperaturas más bajas el ciclo dura más.

Los huevos y ninfas se ubican en el envés de las hojas, especialmente en las apicales. El primer estado ninfal es el único móvil. Después de la tercera muda la ninfa pasa por un primer estado en que se alimenta, lo que causa mayores problemas, y otra en que deja de hacerlo, justo antes de transformarse en pupa, la cual es de color blanco opaco. Luego de pasado el estado de pupa aparece el adulto. La mosquita blanca puede reproducirse sexual y partenogenéticamente. La hembra vive de 30 a 40 días y puede colocar entre 150 a 300 huevos.

Es una plaga que puede ser controlada dentro de un programa MIP. Se deben usar trampas amarillas pegajosas para monitorearla.

El control biológico puede ser realizado principalmente por *Encarsia formosa*, himenóptero, parasitoide que ataca cualquier estado ninfal, depositando sus huevos dentro de las ninfas. Entre los predadores se ubican las *chinitas*.

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 a la sandía 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 individuo 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 temperaturas 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 entorno a la nervadura central, para luego extenderse a la laterales. Se alimentan sólo de hojas, 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 que puede llevar a una defoliación, disminuyendo la capacidad fotosintética y por ende el crecimiento de frutos y otros organos 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.



Figura 8.7. Ejemplares de *Tetranychus* spp.

Las arañas 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 arañas. 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 arañas.

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 arañas 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.

Los fitosanitarios de origen natural presentan en potrero el problema de una corta persistencia, la temperatura, la luz solar, el pH de las plantas de sandía tratadas, el rocío, pueden afectar negativamente a sus principios activos.



Figura 8.8. Izquierda. Vegetación natural cerca del cultivo. Derecha. Cultivo aledaño al cultivo.

CAPÍTULO IX

9.1. Manejo de malezas en el cultivo de sandía

Se define como maleza o mala hierba, a toda planta que está presente, 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 sandial.

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 a la vez 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.



Figura 9.1. Izquierda. Malezas entre hilera. Derecha. Malezas en hoyo de plantación.

9.1.1. 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 la sandía, son malos competidores por luz, razón por la cual este factor se torna limitante en un sandial 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. (Nieto *et al.*, 1968). 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 la sandía de cultivo forzado, se hace más determinante el tener baja presión de malezas en su **período crítico de competencia**.

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.

9.1.2. Alelopatía, malezas y sandía

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 sandía, en la región, 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 sandía de la región. Esta presente ocasionando problemas desde el trasplante hasta el término del cultivo. Además de las interacciones competitivas con las plantas de sandía, 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. Kogan (1992) 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.

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. Convengamos 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.



Figura 9.2. Izquierda. Malezas entre túneles de cultivo. Centro y derecha. Control de malezas mecánico.

CAPÍTULO X

10.1. Madurez, cosecha y rendimientos comerciales

La sandía es un fruto que se consume maduro, el índice de madurez esta dado fundamentalmente por el contenido de azúcares, medido a través de los sólidos solubles, grados Brix y otra serie de características que se señalan en el Cuadro siguiente.

Cuadro 10.1. Características del fruto y contenido de sólidos solubles en sandía.
(Fuente: Gil, 2001).

	Sólidos solubles, °B.	Otras características del fruto.
Sandía.	> 12	Ruido sordo al golpear la cáscara, pedúnculo seco del fruto, mancha basal del fruto, parte en contacto con el suelo, ha pasado del color blanco al color crema, especie de polvo blanquecino, parecido a la cera, cubre el fruto.

Los frutos de sandía se cosechan a mano dado su tamaño y su condición de externa de la cáscara (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 por planta entre 1,2 a 1,7 frutos con calidad y condición comercial en plantas francas y entre 2,5 a 3,0 frutos/planta con calidad y condición comercial en plantas injertadas.

Dadas las otras características descritas para identificar madurez en el fruto de la sandía, 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.
- Armengol, F. y Martínez-Ferrer, G. 1995. Situación fitosanitaria y su control en cultivos de cucurbitáceas. *Agrícola Vergel*. 14(162): 329-332.
- 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.
- Boutherin, D. y Bron, G. 1994. Multiplicación de plantas hortícolas. Acribia. España. 225 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.
- Dinamarca F., Andrea P. 2001. Evaluación de técnicas de injertación y patrones para sandía. Taller de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile. 65 p.
- Doorembos, J. y Pruitt, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección Riego y Drenaje. Paper 24, FAO. Roma, Italia. 190 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.
- García, F. 1991. Ensayo de variedades de sandía injertada. Horticultura 7-15 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, J. 1999. El injerto en hortalizas. Ediciones de horticultura. Barcelona. España. 120 p.
- González, Roberto. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Editorial Ugrama. Santiago. Chile. 310 p.
- Hartmann, H., Kester, D. y Davis, F. 1990. Plant Propagation, principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. U.S.A. 647 p.
- Insausti, J. 1990. Notas sobre le injerto en sandía. Agrícola Vergel 9(98): 119.
- 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. Fundamnetos 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 threatement. 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.
- Lee, J. 1994. Cultivation of Grafted Vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. Hort Science, 29(4): 235-239.
- 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.
- Miguel, A. 1995. II Jornada sobre semillas y semilleros hortícolas. Andlucía. España. 213 p.
- Miguel, A. 1997. Injerto de hortalizas. Generalitat Valenciana Conselleria de Agricultura, pesca y alimentación. Valencia. España. 88 p.
- Meza-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.
- Nieto, J.H.; Brondo, M.A. y Gonzalez, J.T. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS (C) 14: 159 - 166.
- Peñaloza A., Patricia. 2001. Semillas de hortalizas. Manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 161 p.
- Reche, J. 1988. La sandía. Mundi Prensa. Madrid. España. 227 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° 02
www.inia.cl

