

**MANUAL DE CULTIVO DEL CULTIVO DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo* L.)**

Nodo Hortícola
VI Región



FACULTAD DE CS. AGRONOMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

2009

InnovaChile
CORFO

**MANUAL DE CULTIVO DEL CULTIVO DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo* L.)**

Nodo Hortícola
VI Región



Víctor Escalona C. Ing. Agr. Dr.

Pablo Alvarado V. Ing. Agr. M.S.

Hernán Monardes M. Ing. Agr.

Claudio Urbina Z. Ing. Agr.

Alejandra Martín B. Ing. (E) Agr.



2009
www.agronomia.uchile.cl



ÍNDICE

1. Importancia económica en la región, en el país y en el mundo.....	6
1.1. Producción nacional	
1.2. Producción en el mundo	
1.3. Referencias	
2. Características botánicas.....	8
2.1. Melón	
2.2. Sandía	
2.3. Referencias	
3. Requerimientos de clima y suelo.....	10
3.1. Requerimientos de clima	
3.2. Requerimientos de suelo	
3.3. Referencias	
4. Variedades de melón y sandía.....	11
4.1. Referencias	
5. Preparación del terreno para melón y sandía.....	14
5.1. Laboreo primario	
5.2. Referencias	
6. Riego en melón y sandía.....	18
6.1. Requerimiento de agua	
6.2. ¿Cuándo regar?	
6.3. ¿Como regar?	
6.4. ¿Cuanto tiempo regar?	
6.5. Referencias	

7. Nutrición y fertilización de melón y sandía.....	22
7.1. Referencias	
8. Principales bioantagonistas del cultivo de Cucurbitáceas.....	29
8.1. Conceptos generales del fundamento de las fitopatologías	
8.2. Conceptos generales de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)	
8.3. Principales etapas de susceptibilidad a los bioantagonistas durante el ciclo de cultivo de las Cucurbitáceas	
8.3.1. Etapa de elaboración de almácigos	
8.3.1.1. Principales plagas y enfermedades	
8.3.2. Etapa de desarrollo vegetativo	
8.3.2.1. Principales plagas y enfermedades	
8.4. Referencias	
9. Manejo sustentable del cultivo de Cucurbitáceas.....	38
9.1. Auditoria interna, mantenimiento de registros y trazabilidad	
9.2. Manejo del cultivo	
9.3. Gestión del suelo y los sustratos	
9.4. Protección del cultivo	
9.5. Riego	
9.6. Fertilización	
9.7. Cosecha y postcosecha	
9.8. Manejo del producto	
9.9. Gestión de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización)	
9.10. Salud, seguridad y bienestar laboral	
9.11. Medio ambiente	
9.12. Reclamos	
9.10. Referencias	
10. Cosecha y poscosecha de melón y sandía.....	46
10.1. Índices de madurez	

- 10.2. Cosecha
- 10.3. Envasado en campo
- 10.4. Envasado
- 10.5. Selección y clasificación
- 10.6. Encerado
- 10.7. Embalado y paletizado
- 10.8. Enfriamiento
- 10.9. Almacenamiento y transporte
- 10.10. Respuesta al etileno
- 10.11. Atmósferas modificadas
- 11.12. Maduración de melones
- 10.13. Referencias

1. IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LA REGIÓN, EN EL PAÍS Y EN EL MUNDO

Hernán Monardes M.

Producción nacional

Existen unas 6.000 hectáreas de melones y sandías en Chile, en iguales proporciones. De acuerdo a los datos del VII Censo Nacional Agropecuario de 2007, la superficie se encuentra concentrada entre las Regiones Metropolitana de Santiago y VII del Maule (Cuadro 1). La VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins prácticamente posee el 50% de la superficie dedicada al cultivo de melones y el 50% de la superficie dedicada al cultivo de sandías (Cuadro1).

Cuadro 1. Superficie nacional de melones y sandías.

Superficie (há)	Melones	Sandías	Total
XV de Arica y Parinacota	13	0	13
I de Tarapacá	72	8	80
II de Antofagasta	0	0	0
III de Atacama	53	51	104
IV de Coquimbo	83	59	142
V de Valparaíso	62	47	109
Región Metropolitana de Santiago	714	410	1.124
VI de O'Higgins	1.562	1.230	2.792
VII del Maule	492	1.130	1.622
VIII del Bío-Bío	46	30	76
IX de La Araucanía	0	1	1
XIV de Los Ríos	0	0	0
X de Los Lagos	0	0	0
XI Aysen	0	0	0
XII de Magallanes y Antártica	0	0	0
Total	3.097	2.964	6.061
Superficie (%)	Melones	Sandías	Total
VI de O'Higgins	50%	41%	46%

Fuente: INE, 2008.

En la VI Región el cultivo de melón se concentra en las comunas de Quinta de Tilcoco (442 há, 28,4%), San Vicente de Tagua Tagua (342 há, 22%), Pichidegua (321 há, 20,7%), Palmilla (173 há, 11%) y Las Cabras (148 há, 9,5%). El cultivo de la sandía se concentra principalmente en la comuna de Las Cabras (45%), seguida por San Vicente de Tagua Tagua. Otras comunas donde se produce sandía son Pichidegua y Quinta de Tilcoco.

Exportaciones

En la década de los años 70, Chile exportaba del orden de las 20.000 toneladas anuales, volumen que ha venido disminuyendo drásticamente a partir de 1980 a causa de la aparición del virus del mosaico de la sandía (Watermelon Mosaic Virus 2), que provoca manchas en los frutos de melón Honey Dew (principal variedad exportada por Chile), afectando totalmente la calidad de los mismos. Esto coincidió con la entrada al mercado de los EE.UU. de ciertos países centroamericanos, que comenzaron a competir ventajosamente con nuestro país en la producción de ese tipo de melón, al extremo de desplazarlo de este mercado.

Lamentablemente, desde ese tiempo se ha desarrollado muy poca investigación en factores de producción, manejo postcosecha y nuevos cultivares, lo que ha impedido derivar la oferta hacia otros tipos de melón que, presentando mayor perecibilidad, son más valorados en los mercados internacionales. En 2008, sólo se exportaron 106 toneladas.

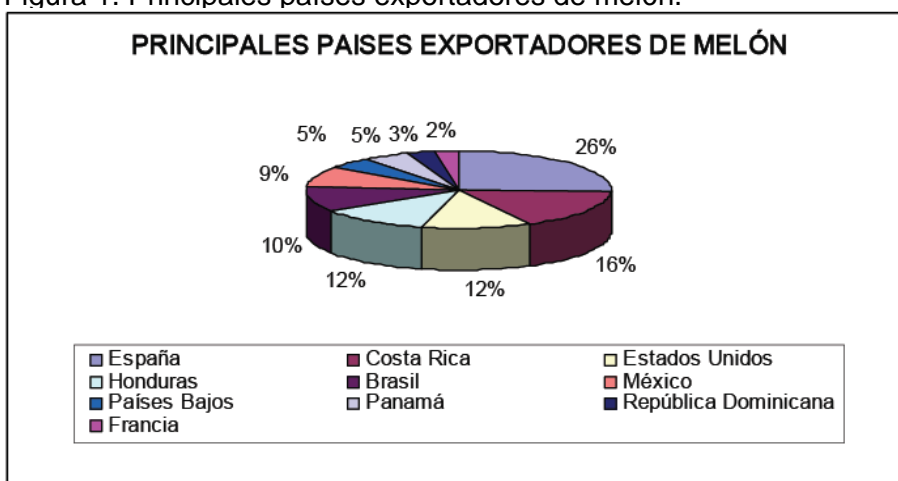
1.2. Producción en el Mundo

La producción de melón está generalizada en todas las regiones del mundo que poseen clima cálido y poco lluvioso. Entre los principales países productores destacan China, con un 39% de la producción total mundial, seguida de Turquía con un 9%, Estados Unidos con un 6%, y España e Irán con un 5% cada uno de ellos.

Durante el período 1992-2002 la producción mundial de melón tuvo un crecimiento importante, de 4,1% anual, pasando de 4 millones de toneladas a 8,6 millones. La superficie sembrada paso de 948,8 miles de hectáreas a 1.158,7 miles de hectáreas, el rendimiento también se incremento en un 2%.

Los principales países exportadores de melón son España, México, Costa Rica, Estados Unidos y Brasil (Figura 1).

Figura 1. Principales países exportadores de melón.



1.3. Referencias

Alvarado, P. 2008. Melones y sandías. Apuntes de la cátedra de horticultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 15 p.

Sackett, C. 1975. Persians. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 11 p.

Sackett, C. 1975. Wartermelons. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 20 p.

Seelig, R. A. 1967. Honey Dews. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 12 p.

Seelig, R. A. 1973. Cantaloups. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 24 p.

2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Hernán Monardes M.

Sandías y melones pertenecen a la familia botánica de las Cucurbitaceae, a la cual pertenecen también las calabazas, los zapallos, los pepinos de ensalada y pepinillos para encurtidos. La familia Cucurbitaceae constituye uno de los conjuntos más interesantes de plantas que se conoce. Muchos de sus miembros desarrollan un tremendo desarrollo vegetativo y dan origen a una notable cantidad de frutos, a partir de un sistema radical aparentemente insignificante e inadecuado.

2.1. Melón

La familia Cucurbitaceae comprende 90 géneros y unas 700 especies. El género *Cucumis*, al cual pertenece el melón, reúne a unas 40 especies.

Cucumis unc L. es una especie con alta variabilidad, con un gran número de formas, dentro de la cual existen las siguientes variedades botánicas:

- *Cucumis unc* var. *Inodorus*.
- *Cucumis unc* var. *Reticulatus*.
- *Cucumis unc* var. *Cantalupensis*.

Los melones son una especie hortícola cuyos frutos son muy ricos en beta-carotenos, precursores de la vitamina A. También son una importante fuente de vitaminas B y C y minerales, en especial, K, Fe y Mn.

La planta de melón es rastrera, vigorosa, con guías gruesas y pesadas, con numerosas ramificaciones. Los tallos y hojas son pubescentes. Las hojas son grandes, de unos 15 cm de diámetro aproximadamente, moderadamente brillantes y de un tono verde-amarillo.

La planta es generalmente monoica o andromonoica. Flores son de color amarillo y se presentan en racimos, raramente solitarias (Figura 1).



Figura 1. Flores de melón.

2.2. Sandía

La planta de sandía es también rastrera, con tallos que alcanzan 4 m ó 5 m de longitud, con zarcillos ramificados (Figura 2). Su sistema radical – al igual que el melón – es extenso, pero superficial. Las guías y las hojas son pubescentes. Las hojas son ovaladas, pero más anchas en su base.

La planta es generalmente monoica. Las flores, que se presentan en las axilas de las hojas son de color amarillo y son polinizadas por abejas y otros insectos (Figura 3).



Figura 2. Planta de sandía.



Figura 3. Flor de sandía.

La forma del fruto varía desde esférica a oblonga y el peso de los frutos varía, dependiendo de la variedad entre 5 a 10 kg. El color de los frutos varía desde el verde claro a casi negro, ya sea enteramente sólido o en franjas de un color verde más pálido o jaspeado (Figura 4). La parte comestible es la placenta del fruto dentro de la cual están insertas las semillas. La pulpa puede ser de color blanco cremoso, miel, amarillo, rojo pálido, rojo o púrpura. Los frutos no desarrollan una zona de abscisión.



Figura 4. Frutos de sandía.

2.3. Referencias

Alvarado, P. 2008. Melones y sandías. Apuntes de la cátedra de Horticultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 15 p.

Laínez, D. y Krarup, C. 2008. Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado del tipo Oriental (*Cucumis unc* grupo *Cantalupensis*). Ciencia e Investigación Agraria. Chile. 35 (1) 59-66.

Sackett, C. 1975. Watermelons. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 20 p.

Seelig, R. A. 1967. Honey Dews. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 12 p.

Seelig, R. A. 1973. Cantaloups. Fruit and Vegetable Facts and Pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association (UFFVA). 24 p.

3. REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Hernán Monardes M.

3.1. Requerimientos de clima

El melón y la sandía son especies de climas cálidos y secos. No prosperan adecuadamente en climas húmedos con baja insolación, y se producen fallas en la maduración y calidad de los frutos.

La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65% - 75%, para la floración, 60% - 70% y para la fructificación, 55% - 65%.

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está influido por la temperatura y las horas de luz. Días largos y altas temperaturas favorecen la formación de flores masculinas y días cortos y temperaturas moderadas favorecen la formación de flores femeninas.

Las temperaturas críticas para melones y sandías se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Temperaturas críticas para melones y sandías en sus distintas fases de desarrollo.

Helada		1°C
Detención del crec. Vegetativo	aire	13°C – 15°C
	suelo	8°C – 10°C
Germinación	mínima	15°C
	óptima	22°C – 28°C
	máxima	39°C
Desarrollo	óptima	20°C – 23°C
Floración	óptima	25°C – 30°C
Maduración del fruto	óptima	25°C

3.2. Requerimientos de suelo

No son especies muy exigentes en suelo, aunque los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad se obtienen en suelos con alto contenido de materia orgánica, profundos, aireados y bien drenados. Requieren un Ph entre 6 y 7. Son plantas extremadamente sensibles a problemas de mal drenaje. Son moderadamente tolerantes a la presencia de sales tanto en el suelo como en el agua de riego. Valores máximos aceptables son: 2,2 Ds/m en el suelo y 1,5 Ds/m en el agua de riego.

3.3. Referencias

Alvarado, P. 2008. Melones y sandías. Apuntes de la cátedra de horticultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile.15 p.

Giacconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. XV ed. 337 p.

4. VARIEDADES DE MELÓN Y SANDÍA

Pablo Alvarado V.

El melón Cucumis melo L. es una planta anual, monoica o andromonoica y principalmente de polinización abierta. Se trata de una especie que incluye considerables variaciones en las características de las plantas y los frutos, y muy especialmente en su comportamiento de postcosecha. Por esta razón la especie ha sido dividida en variedades botánicas que son subgrupos en los cuales se clasifican los cultivares que se usan en la producción comercial.

Cucumis melo var. Reticulatus: incluye los melones que presentan una especie de red o retículo de tejido corchoso sobre la superficie de los frutos, con débiles o sin suturas. Desarrollan una zona de abscisión del fruto con el pedúnculo, desprendiéndose espontáneamente al alcanzar la madurez fisiológica. La pulpa es de color naranja y aromática.

En Chile, a los melones de este grupo, se les denomina comúnmente melones calameños, pero también se les conoce como melones escritos, aromáticos, moscateles, o reticulados. Algunos los mencionan erróneamente como cantalupos. Numerosas variedades de este tipo se encuentran en el comercio, por lo que es necesario consultar a los proveedores de semillas, las que mejor se adapten para cada zona.

A este grupo se asocia también el conocido en Chile como Melona, fruto de mayor tamaño, muy aromático, de color amarillento, piel sin retículos, con surcos marcados en sentido polar.

Cucumis melo var. Inodorus: corresponde a melones de piel lisa o muy rugosa, sin retículos, generalmente de producción tardía, que a la madurez los frutos permanecen unidos al pedúnculo y que una vez cosechados pueden ser almacenados por un tiempo mayor. A este grupo pertenecen varios tipos de melón con características muy diversas.

La antigua variedad Honey Dew, más conocida en el país como melón tuna, es el cultivar más representativo de este grupo. Sus características sobresalientes de sabor, tamaño medio a grande (2 a 3 kg.) de forma ovalada a esférica, por lo general de piel lisa y suave, de color blanco cremoso a amarillo crema, se ha mantenido vigente por muchas décadas y constituye un rubro de exportación desde el año 1929.

En la actualidad han aparecido en el mercado una serie de cultivares relacionadas con el tipo Honey Dew, conservando parte de su nombre o guardando similitud, corresponden a variedades híbridas que manteniendo las características organolépticas son más uniformes en su madurez y más precoces.

Un tercer tipo es el melón Crenshaw, de gran tamaño (alrededor de 4 kg.) y de forma peculiar que le permite ser identificado fácilmente, el fruto es redondeado en su parte extrema y tiende al apuntamiento hacia el punto de inserción. La corteza es relativamente lisa pues solo tiene unos surcos muy superficiales que corren a lo largo en sentido polar, sin formar retículos ni suturas. Su piel es de color amarillo a amarillo verdoso y manchado o salpicado en la madurez. La pulpa es de color rosado a naranja pálido, de textura suave, dulce y jugosa con aroma delicado. En postcosecha presenta mayor susceptibilidad a daño por enfriamiento y a daños mecánicos que los demás melones de este grupo.

Otra variedad que se está viendo en algunos supermercados en Chile es el melón piel de sapo, ampliamente cultivado en España, posee frutos uniformes en cuanto a calidad y

producción, con pesos entre 1,5 y 2,5 kg. Con pulpa blanco-amarillenta, compacta, crujiente, muy dulce (12 – 15° Brix) y poco olorosa. La corteza es fina de color verde con manchas oscuras que le dan el nombre a este tipo de melones.

Un último tipo de melones de invierno, bastante conocido en Chile como producto de exportación es el melón Tendral. Sus frutos de forma oval y de buena resistencia a la guarda, alcanza un peso promedio de 2 kg. Su piel es de color verde oscura con surcos poco profundos longitudinales en sentido polar. La pulpa es de color verde claro.

Cucumis melo var. Cantaloupensis: Este grupo engloba variedades comerciales con frutos globosos o ligeramente deprimidos, con la piel verrugosa, listada o acostillada. Los frutos se desprenden del pedúnculo al madurar. Normalmente no se cultivan en Chile, pero su interés por conocerlos ha aumentado notoriamente en los últimos años.

Un primer tipo de cantaloup es el melón Charentais, de forma esférica con costados poco marcados, piel lisa de color gris con costillas marcadas. La pulpa color naranja es dulce y jugosa.

Es un tipo de melón ampliamente difundido en Francia, donde cuenta con un gran número de variedades utilizadas en cultivos al aire libre. En tanto que para cultivos bajo invernaderos se utilizan variedades híbridas.

Un segundo tipo es el melón Ogen, creado en Israel por los años sesenta en el Kibbutz que lleva su nombre. Sus frutos son pequeños (0,5 – 1,2 kg.), por lo que el marketing ha desarrollado el concepto un melón por persona. La forma del fruto es completamente redonda, su corteza suave y delgada es de color naranja y amarillo con marcas verdes. La pulpa es dulce, aromática y de color verde.

Un último tipo de gran interés es el tipo Galia, desarrollado también en Israel como derivada de la variedad Ogen, ha entrado fuertemente en el mercado europeo, los frutos son redondos de alrededor de 1 kg. De peso, piel amarilla y reticulada. Pulpa color verde claro, dulce y aromática. La cavidad interior del fruto es pequeña. En torno a este cultivar se han desarrollado un buen número de variedades por las diferentes empresas de semillas.

En cuanto a las variedades de sandía Citrullus lanatus, desde que se introdujo la variedad Klondike, desplazando totalmente a la famosa Negra Chilena, quedó en la preferencia del agricultor un prototipo de forma y color característico que no ha sido fácil desplazar, la más conocida fue la variedad Klondike Striped Blue Ribbon, es por ello que las variedades que han dominado el mercado nacional han mantenido ese aspecto, variado solo en ser más alargada como la Jubilee y más adelante en su versión híbrida la Royal Jubilee, o más redondeadas como la Crimson Sweet, y su versión híbrida la Royal Sweet.

En los últimos años han salido al mercado, un número importante de variedades híbridas distribuidas por diferentes compañías semilleras, con características propias y que deben ser probadas en los campos antes de hacer siembras en grandes superficie.

Más recientemente destaca la introducción de variedades de sandía híbrida triploide, más conocidas como sandías sin semilla, principalmente para el mercado de exportación.

4.1. Referencias

Alvarado, P. 1994. Tecnología para la producción de melones de calidad. En Curso teórico práctico: Interpretación y Aplicación de las Normas de Calidad de la CEE para productos hortofrutícolas. Fundación Chile.

Alvarado, P. 1995. Tecnología para la producción de melones de calidad. Agroeconómico (29):13-17.

Giaconi, V. y Escaff, M. 2004. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile 337 p.

5. PREPARACION DEL TERRENO PARA MELON Y SANDIA

Pablo Alvarado V.

Una buena preparación de suelos es el resultado de diversas operaciones de campo realizadas con el tractor agrícola e implementos para ello, dicho resultado se refleja en una condición de la zona de arraigamiento de las plantas, que permita mejorar la capacidad de retención y almacenamiento de agua y oxígeno en el suelo. Además fomentar la actividad biótica de los organismos que viven en el suelo.

Preparar el suelo ha sido una necesidad para facilitar el trabajo de las sembradoras tradicionales (para que depositen la semilla en forma precisa de profundidad, distancias y contacto permanente con el suelo), como es el caso del melón y la sandía, que al igual que las demás especies de la familia de las cucurbitáceas son fundamentalmente hortalizas de siembra directa.

Más recientemente para obtener producciones tempranas, generalmente protegidas con túneles y *unch*, se está utilizando con éxito la producción de plantines en viveros especializados para luego transplantarlos al lugar definitivo.

En la actualidad existen prácticas innovadoras del manejo del suelo, sin voltearlo, gracias al uso de implementos que permiten acondicionar el suelo y manipular sólo la franja necesaria para depositar la semilla o el plantín, y el fertilizante por aplicar.

Desde luego que esta técnica no se puede aplicar en todos los tipos de suelos y todas las condiciones, pero en la mayoría de los suelos agrícolas es posible aplicar las prácticas de Labranza de Conservación que en resumen llevan a fomentar la actividad biótica en el suelo, aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo, evitar la erosión eólica e hídrica del suelo, fomentar la formación de materia orgánica y evitar la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

En materia de maquinaria agrícola se puede decir que existe la maquinaria para romper, voltear, triturar y emparejar el suelo hasta dejar una capa superficial fina de suelo para depositar la semilla o el plantín y el fertilizante, sin embargo al final lo que se obtiene es una capa superficial de suelo con un grosor no mayor de 30 centímetros en donde se desarrollará bajo esa limitante la raíz de las plantas, además un suelo desnudo y expuesto a la acción del sol, el viento y la lluvia. Otro aspecto que se debe considerar es el hecho que voltear el suelo crea las condiciones favorables para la germinación de semillas de malezas que han esperado la oportunidad de condiciones favorables de luz y humedad.

5.1. Laboreo primario

Desde el punto de vista agrícola, el suelo ha sido considerado tradicionalmente como un mero soporte físico sobre el que se desarrolla el cultivo. Su estructura debe ser adecuada para la germinación de las semillas o establecimiento de los plantines, el crecimiento de las raíces, y debe presentar unas características que permitan el almacenamiento y suministro al cultivo de agua, nutrientes, gases y calor. En este sentido el laboreo es consustancial con la agricultura y la transformación de un ecosistema natural en sistema agrícola requiere necesariamente la intervención mecánica sobre el suelo.

Cada sistema clima-suelo-cultivo presenta problemas específicos que requieren distintas labores, lo que ha llevado al desarrollo de maquinaria muy diversa, cuyo funcionamiento es perfectamente conocido. Desgraciadamente, no se sabe mucho de los efectos de las labores sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ni sobre el rendimiento de los

cultivos. Este desconocimiento se traduce en ocasiones en prácticas de laboreo cuya razón fundamental es la tradición.

En la agricultura occidental este laboreo tradicional o convencional, que se caracteriza por un número elevado de labores, empleando equipos de gran tamaño y tractores muy potentes, lo que es cada vez más cuestionado por el gasto energético y la degradación de los suelos que provoca en numerosas zonas agrícolas. La racionalización del laboreo requiere considerar al suelo como un valioso recurso y debe basarse en un mejor conocimiento de los efectos de las labores sobre sus propiedades y sobre la producción de los cultivos.

El movimiento y la mezcla del suelo con las operaciones del laboreo cumple varias funciones importantes. La primera es el control de los residuos y la vegetación nueva que compite con los cultivos. El laboreo se usa también para controlar el flujo de agua, incorporar los fertilizantes, pesticidas y enmiendas, y para crear condiciones favorables para el establecimiento de los cultivos y el desarrollo del sistema radical.

Cada suelo y cada sistema de cultivo presentan problemas y soluciones específicas de laboreo. Los suelos arcillosos por ejemplo tienen un comportamiento muy diferente a los arenosos y los ciclos de hielo-deshielo o de humectación-deseccación modifican la cantidad de laboreo necesario.

La preparación de suelo es la primera labor a considerar para lograr el éxito del cultivo, una buena preparación de suelo es el resultado de varias operaciones de campo con maquinarias y e implementos especializados de tal manera que como resultado se obtenga una zona mullida que facilite el arraigamiento de las raíces del cultivo y asegure una gran capacidad de almacenamiento de agua y oxígeno, además, favorece la actividad de los organismos que viven en el suelo.

Si bien en la mayoría de los sistemas de cultivo la principal actividad de laboreo es la eliminación de los rastrojos del cultivo anterior, se debe insistir que el manejo de los residuos de cada cultivo debe ser una actividad con que se cierre la actividad, ya sea incorporándolos al suelo, quemándolos siguiendo las normativas de cada zona en particular, o llevándolos a otro sector del predio para bioprocesarlos mediante compostaje.

Si se realiza una labranza tradicional basada en una aradura y dos rastrajes, es importante tomar en cuenta algunos conceptos, ya que es común utilizar arados y rastras enganchados a los tres puntos del sistema hidráulico del tractor, por esta razón comentaremos algunos detalles de estos implementos.

Como todos los implementos enganchados a sistemas de tres puntos del tractor, es importante controlar los ajustes horizontal y vertical del arado. Al controlar que el implemento conserve la posición horizontal paralela al suelo, favorecemos que los discos trabajen eficientemente del lado derecho e izquierdo de trabajo. Este ajuste lo realizamos manteniendo el mismo largo de ambas barras de levante del tractor.

El ajuste vertical del implemento se logra modificando el largo del brazo central del tractor también llamado "tercer punto". A mayor largo del brazo central mayor profundidad de trabajo de los discos traseros, a menor largo del brazo central del tractor mayor profundidad de trabajo de los discos delanteros.

Existe un tercer ajuste en el tractor para evitar los desplazamientos laterales del arado y centrarlo con relación al punto central del tractor. Este ajuste se logra modificando el largo de las cadenas o brazos tensores laterales.

En caso de operar arados de discos se debe chequear el ángulo de ataque de los discos y la inclinación vertical de los mismos de acuerdo al tipo y condiciones de humedad del suelo a preparar. Con los ajustes de la posición de los discos se logra realizar un trabajo que impide la formación de surcos e irregularidades en la superficie del suelo. Al variar el ángulo permitimos mayor agresividad de ataque para suelos duros, sin embargo sacrificamos el ancho de trabajo, de igual manera al variar la inclinación vertical compensamos la buena penetración del suelo, pero al disminuir la inclinación se reduce la capacidad de un mejor volteo del suelo.

La rueda guía juega un papel importante en el buen funcionamiento del arado. Este componente permite que el arado se mantenga en posición de trabajo, además asegura una buena dirección del operador al mantener nivelada la fuerza de resistencia a la penetración de los discos al suelo. La rueda guía del arado tiene hasta tres ajustes. El primero es la distancia de la rueda guía al último disco del arado, la segunda es la variación del ángulo de la rueda guía con respecto al nivel del suelo y la tercera la variación del ángulo de la rueda guía con relación a la dirección de avance del tractor. No olvidar que el método de trabajo en campo con arados reversibles de discos debe ser de tal manera que el volteo de la tierra nunca se repita cada año al iniciar siempre del mismo lado del terreno, así se evitará el desplazamiento del suelo siempre hacia el mismo lado sin retornar lo movido a su lugar original.

Hay que recordar que el trabajo realizado con arados de discos puede ser eficiente en los factores controlables como lo es el volteo, la penetración la operación de tractor sin forzar el motor y la dirección. Sin embargo con el tiempo, y especialmente en suelos más livianos se formará un "pie de arado" debido a que, la acción de los discos deja un piso de arado en forma de crestas, dichas crestas no facilitan la circulación del agua lluvia ó riego que se filtra a las capas inferiores del suelo, propiciando así acumulación de agua, además las raíces de las plantas no se desarrollan de manera uniforme al encontrarse con zonas compactas.

Los arados de discos son muy populares en Chile, sin embargo es recomendable utilizar arados de vertederas cuando existan las condiciones para usarlos, y en particular, mejor resulta si se trata de arados reversibles o "de vuelta y vuelta".

El volteo de la tierra es mas eficiente con el arado de vertederas, por su configuración la vertedera permite una mayor superficie de contacto con el suelo, esta característica hace que la tierra recorra mayor tiempo en el cuerpo de la vertedera e incluso dependiendo de la velocidad el volteo es total sin dejar irregularidades importantes en la superficie.

Con el arado de vertederas es muy posible que se evite el paso de rastras para romper los terrones que normalmente dejan los arados de discos. El ajuste y calibración de los arados de vertederas es similar al de los arados de discos, la ventaja al ajustar radica en que no se requiere de rueda guía para mantener el implemento centrado al tractor durante su operación.

Existen implementos que rompen y voltean el suelo con mayor eficiencia y no compactan la zona ubicada por debajo de la zona de crecimiento radical de las plantas. Este tipo de implementos es una solución para aquellos productores que rotan cultivos básicos con hortalizas fomentando el respeto por la actividad biótica del suelo, evitar la pérdida de humedad por evaporación e infiltración del agua lejos del alcance de la raíz de los cultivos.

En el esquema de Labranza Mínima dichos implementos hacen posible la reducción de pasos excesivos de maquinaria y no compactan los suelos. En el mercado nacional

son conocidos como “rotovator” o arados rotativos y son operados por la toma de fuerza del tractor en su gran mayoría enganchados al sistema de tres puntos, demandando potencias que van desde los 30 HP, hasta los 240 HP, dependiendo del ancho de trabajo el cuál puede ser de 80 centímetros hasta 3 metros.

La mecanización del campo hoy en día demanda mayor conocimiento y capacitación de los recursos humanos encargados de operar, conservar y administrar la maquinaria agrícola. Sin lugar a dudas que en el proceso de preparación de suelos los arados y los rotovatores son un claro ejemplo del antagonismo que existe entre lo tradicional y lo innovador. Si estamos en condiciones de adquirir un equipo moderno, debemos estar concientes que se requiere del conocimiento amplio para aprovechar al máximo la eficiencia de estos nuevos equipos.

Con los arados y los rotovatores no termina el proceso de preparación de suelos, existe una amplia gama de opciones, por ejemplo los subsoladores, arados cincel, rastras de diversos tipos, combinadas, rodillos, etc. Pero estos serán temas a comentar en otra oportunidad.

Cada uno de estos equipos tienen su momento o condición para que sea efectiva su acción, así por ejemplo el subsolador debe ser usado en con suelo seco, como sucede en verano en la zona central de Chile, para que así produzca grietas en el subsuelo y mejore el drenaje y la aireación.

Deberá utilizarse solo una aradura en la temporada, desterrando la común cruza con arado, pues con la segunda labor se estaría devolviendo a su nivel original las semillas de malezas o los restos de rastrojos incorporados.

Finalmente hay que recordar la importancia de ejecutar las labores de preparación de suelo con la humedad precisa para que no se formen terrones.

La tecnología avanza a establecer los cultivos hortícolas sobre mesas de cultivos de mayor altura, sobre las cuales se disponen las plantas en una o más hileras sobre la mesa, reemplazándose el riego por surco por un riego por cintas. En general se usan poblaciones de plantas menores, obteniendo una mayor producción por planta.

5.2. Referencias

Bernat, C. y Gil, E. 1992. Mecanización del transplante. MT, Maquinarias y tractores 3(9):47-54.

Gracia, C. y Palau, E. 1983. Mecanización de cultivos hortícolas. Mundi-Prensa, Madrid. 243 p.

Homer, I y Ortiz-Cañavate, J. 2003. Mecanización del cultivo de hortalizas. Visa Rural jun 15-30; año X (171): 48-53.

Loomis, R. S. y Connors, D. J. 2002. Ecología de cultivos, Productividad y manejo en sistemas agrarios. Mundi-Prensa, Madrid, España. 591 p.

Villalobos, F. J., Mateos, L., Orgaz, F. y Fereres, E. 2002. Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Mundi-Prensa. Madrid, España. 496 p.

6. RIEGO EN MELON Y SANDIA

Pablo Alvarado V.

El melón y la sandía son cultivos que en Chile se cultivan en una condición de clima árido, por lo que el riego, es la única forma de cubrir el déficit de agua ocasionado por la demanda evaporativa de los cultivos. Por este motivo el cultivo del melón y la sandía se realiza en un 100% bajo condiciones de riego.

En la forma de cultivo tradicional, del cultivo de melón y sandía, el sistema de riego más utilizado es por surco, con una razonable conducción del agua desde las acequias matrices hasta la cabecera de los surcos se riego, pero de ahí hasta la acequia de drenaje, poco se maneja la cantidad de agua a aplicar, frecuencia de riego ni tiempo de riego. También se observa gran variación en los niveles de tecnología para la distribución del agua.

El método de riego que mejor se adapta a los cultivos tecnificados de melón y sandía es el de riego por goteo, puesto que las cucurbitáceas en general son muy sensibles a los encharcamientos, y además permite agregar la fertilización en la cantidad requerida a lo largo del cultivo.

Para comprender los requerimientos de agua del melón y la sandía, es necesario manejar con claridad dos conceptos fundamentales: uso consumo y tasa de riego. El uso consumo corresponde a la cantidad neta de agua que el cultivo requiere para producir sin limitaciones. En la práctica, el uso consumo corresponde a la evapotranspiración del cultivo, es decir al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y aquella evaporada directamente desde el suelo adyacente. Se mide normalmente en mm de altura de agua por unidad de tiempo que puede ser día, mes o período de cultivo.

En cambio la tasa de riego es la cantidad de agua que se debe aplicar al cultivo mediante el riego, a fin de satisfacer su uso consumo y suplir las pérdidas de aplicación, las que varían en magnitud según la eficiencia del sistema de riego que se utilice.

Los cultivos consumen agua debido al efecto de las condiciones climáticas como temperatura, radiación solar, velocidad del viento, entre otros factores, que hacen que se esté liberando permanentemente vapor de agua desde el suelo hasta la atmósfera, conocido como proceso de evaporación, y desde la planta a la atmósfera a través de la transpiración. Estas pérdidas de agua en conjunto, desde la planta y el suelo se le llama evapotranspiración.

La aplicación oportuna de agua se refiere, a los días e intervalos que transcurren entre dos riegos, es decir a la aplicación de agua en el día apropiado. Porque si se dejan muchos días entre riegos, se corre el riesgo de que el agua almacenada en el suelo se acabe y, por lo tanto, la planta se puede marchitar. Si el riego es muy frecuente el agua se pierde por escorrentía, se puede producir encharcamiento, disminuye el contenido de oxígeno en el suelo, se limita el desarrollo de raíces y la toma de nutrimentos.

La aplicación eficiente de agua hace referencia a su aplicación con las mínimas pérdidas posibles por percolación o por escurrimiento superficial; por lo tanto, la cantidad de agua que se aplique en cada riego debe ser suficiente para cubrir el agua consumida por la planta en el período entre dos riegos y, además, cubrir las pérdidas inevitables.

La aplicación uniforme de agua indica que la cantidad de agua que reciben las primeras plantas de la hilera junto al surco, tiene que ser igual a la que reciben las que están al final de la hilera.

6.1. Requerimiento de agua

En la actualidad el método más utilizado para determinar las necesidades de agua de los cultivos es el conocido como evaporímetro (bandeja de evaporación), ya que permite con las debidas calibraciones, encontrar una forma de controlar los riegos.

El uso de la bandeja clase A esta basado en que la evaporación que se produce desde una superficie de agua libre, está prácticamente gobernada por los mismos factores que regulan la transpiración de las plantas.

La bandeja clase A corresponde a un tanque desarrollado por la Oficina Meteorológica de los EE.UU., de forma circular, 121cm de diámetro y 25,5 cm de altura en fierro galvanizado de 0,8 mm, de color gris buque y colocada sobre una rejilla de madera de 15 cm de altura bajo la cual debe circular libremente el aire.

La bandeja debe estar nivelada, llena de agua hasta 5 cm del borde y el agua debe ser renovada periódicamente para evitar la presencia de algas y la contaminación por otras causas. Se debe cambiar el agua tan pronto como se observe turbidez.

Una primera calibración que debe hacerse a la lectura de evaporación de bandeja es por un factor que representa las condiciones de instalación de la bandeja, que se le conoce como K_b y que para las condiciones de la zona Central de Chile, este coeficiente de bandeja puede tomar valores entre 0,6 y 0,75.

La segunda calibración dice relación con el cultivo, más específicamente con su estado de desarrollo, pues varia entre especies, por edad y volumen del follaje, entre otros. Se le conoce como K_c o coeficiente de cultivo pudiendo tomar diferentes valores a lo largo del periodo de crecimiento. Doorembos y Pruitt (1976) presentan una serie de valores K_c para diversos cultivos, los que pueden ser tomados como referencia.

6.2. ¿Cuándo regar?

El asunto es determinar el contenido de agua en el suelo a partir del cual ésta comienza a ser escasa y por lo tanto se inicia el desarrollo de un estrés hídrico que daña a la planta.

Un método para determinar la frecuencia de riego es contabilizar, por una parte, la capacidad de almacenamiento de agua fácilmente disponible que posee el suelo, y por otra, el gasto diario de agua. Así por ejemplo, en un suelo con su capacidad de almacenamiento de agua fácilmente disponible es de 40 mm de altura de agua y para un requerimiento de 5 mm/día, la frecuencia de riego sería de 8 días.

Tal vez lo mas complicado de esta fórmula de estimar la frecuencia de riego, es saber cual es el límite de agotamiento del agua en el suelo que soportan las plantas sin que experimenten perdidas económicamente significativas.

En los cultivos de melón y sandía se podría considerar que cuando la humedad aprovechable del suelo baja en un 30 % de su máxima capacidad y se sabe que la humedad aprovechable es la cantidad de agua retenida en un suelo entre capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. En general los suelos de texturas más finas presentan mayores capacidades de almacenamiento de agua, por lo que la humedad disponible será mayor que los suelos de textura más arenosa.

Otra forma de controlar la disponibilidad de agua en el suelo es utilizando tensiómetros, teniendo presente las siguientes consideraciones : a) deben quedar instalados en un lugar representativo del sector de riego; b) deben instalarse a la profundidad a la cual se encuentra

la mayor parte de las raíces activas del cultivo que se va a regar; c) deben quedar instalados en íntimo contacto con el suelo, sin burbujas de aire en su interior, con la capsula porosa completamente saturada y mantenerse sin que en su interior crezcan algas ni microorganismos; d) deben conocerse los valores de succión del suelo, a los que se comienzan a producir daños económicamente significativos.

Experiencias nacionales señalan que el óptimo rango de riego para obtener los máximos rendimientos en melón, es regar cuando los tensiómetros ubicados a una profundidad de 30 cm marquen de 50 a 70 centibares. Así mismo se ha determinado que la mayor sensibilidad del rendimiento al estrés de humedad se produce en la etapa de floración. Es conveniente establecer que el riego óptimo al cultivo habitualmente produce un periodo de maduración más largo.

En términos prácticos es más fácil utilizar un sistema combinado, así mediante la información de evaporación de bandeja se establece la cantidad de agua que es necesaria aplicar en el riego y con las estaciones tensiométricas se podrá determinar cuando aplicar.

Siendo el melón y la sandía cultivos que se establece en cultivos al aire libre a comienzo de la primavera, una vez pasado el peligro de heladas, los valores de evapotranspiración irán en aumento por mayor evaporación y mayor crecimiento de las plantas.

6.3. ¿Como regar?

El método más utilizado en el cultivo de melón y sandía, es el de surcos, el cual consta de dos grandes componentes: La conducción del agua desde la fuente hasta el potrero y la distribución del agua a los surcos.

Para asegurar la uniformidad del riego, en primer lugar es indispensable determinar el número de surcos que se regaran simultáneamente de acuerdo al caudal disponible y luego se garantice que a todos los surcos entrará la misma cantidad de agua (alrededor de 1 L/seg).

Se han desarrollados diversas formas de distribuir homogéneamente el agua a los surcos, entre las más utilizadas se encuentran a) la acequia de cabecera nivelada y uso de sifones; b) sistema californiano móvil con aberturas regulables.

En el caso de la acequia de distribución la pendiente debe mantenerse, al menos en el tramo de riego simultaneo, en valores alrededor del 1 por mil, con compuertas colocadas al final de cada tramo, para posibilitar que el agua adquiera un tirante hidráulico apropiado para alimentar a una serie de sifones, en un número proporcional al caudal disponible.

Es frecuente observar sistemas de riego en que los surcos son muy cortos para el tipo de suelo y caudal disponible, lo que implica muchas acequias cabeceras y de desagüe que disminuyen la superficie cultivable y que requieren mayor cantidad de mano de obra en mantenerlas limpias y en general hacen más lento e ineficiente la operación de riego.

Otro problema que es frecuente observar en el campo son surcos que en su longitud presentan zonas de apozamientos donde se acumula el agua causando desuniformidad en la aplicación del riego ruptura del camellón y erosión.

Para evitar estos problemas, aparte de preocuparse de una conveniente micro nivelación durante la preparación del suelo, se debe jugar con la orientación de los surcos para darle una pendiente uniforme en todo su largo con valores menores al 2 %.

Para determinar el largo óptimo de los surcos de riego, en primer lugar es necesario determinar en el terreno la magnitud del caudal máximo no erosivo. Posteriormente deben ser establecidas las curvas de avance y de velocidad de infiltración características del suelo.

6.4. ¿Cuanto tiempo regar?

Por definición el tiempo de riego corresponde al período en el cual debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que éste penetre hasta la profundidad de las raíces del cultivo.

Una forma práctica de estimar cuanto regar es basarse en la profundidad de arraigamiento. El melón y la sandía tienen un sistema radical con un 85 % de raíces concentradas en los primeros 30 cm de suelo.

Una forma simple y segura de calcular el tiempo de riego es mediante una prueba en su propio campo, para ello se eligen 3 a 4 grupos de surcos, representativos del potrero a regar, y haciendo un riego basado en la experiencia que tenga el regador con éste u otro cultivo de similar profundidad de arraigamiento, se seleccionan diferentes tiempos de riego los que se aplican a cada grupo de surcos, después de 24 horas de haber regado se excava una calicata y se observa la profundidad de mojadura de los distintos tiempos de riego ; el menor tiempo de riego que moje los primeros 30 cm de suelo será el seleccionado. Naturalmente se requiere realizar más de una prueba para que sea realmente representativa.

6.5. Referencias

Cadahia, C. 2005. Fertirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi-prensa. Madrid, 681 p.

Doorembos, J. y Pruitt, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, estudio FAO Riego y Drenaje 24. 196 p.

INIA. 1989. Curso de riego. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca. Chile. 253 p.

7. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DE MELÓN Y SANDÍA

Pablo Alvarado V.

La fertilización racional es una aproximación razonada al establecimiento de normas de fertilización. Estas normas están fundamentadas en los principios de la nutrición de los cultivos y en la dinámica de los nutrientes en el suelo (Rodríguez *et al.* 2001). La hipótesis central de ésta aproximación postula que con el conocimiento de los procesos relevantes del sistema clima-suelo-cultivo-fertilizante hace posible formular una recomendación de fertilización para cada cultivo en particular.

La fertilización razonada tiene como objetivo principal establecer una estrategia de manejo integral de la fertilización que permita elevar y mantener el estado nutricional de los suelos en forma económica y así alcanzar una nutrición óptima de los cultivos sin afectar la sustentabilidad del sistema.

Para realizar una recomendación de abonado deben abordarse los siguientes pasos:

- 1.- Diagnóstico de la disponibilidad de elementos nutricios que dispone el suelo para su utilización por las plantas. Para ello se recurre a un análisis de fertilidad de suelo, en algún laboratorio especializado, solicitando incluir los microelementos.
- 2.- Ajustar el suelo aplicando los elementos deficitarios, hasta alcanzar los niveles mínimos de cada elemento para mantener una producción mínima en equilibrio, valores que algunos autores denominan "nivel crítico".
- 3.- Aplicar una cantidad de cada elemento en función de la extracción que hará el cultivo, de acuerdo con el rendimiento esperado, descontando los excedentes que presente el suelo por sobre el nivel crítico.
- 4.- En los pasos 2 y 3, corregir los valores netos de acuerdo a la eficiencia de la aplicación de cada elemento y de la ley del fertilizante a usar.

Una muestra representativa de cada horizonte o estrata que presente el perfil del suelo que se va a cultivar se obtiene a partir de varias sub-muestras, variando el número de éstas, según el tamaño y la homogeneidad de la unidad de muestreo. Es común tomar de 20 a 25 sub-muestras por hectárea, para luego mezclarlas en una muestra compuesta. La unidad de suelo escogida debe ser lo más homogénea posible, en caso contrario deben tomarse muestras compuestas por separado. Además cada sub-muestra debe ser del mismo volumen, para conformar la muestra compuesta.

Si no conoce la densidad aparente de las diferentes estratas del suelo a cultivar será la oportunidad para enviar al laboratorio algunos terrones de cada estrata, a fin de que en el laboratorio determinen esa característica.

Un análisis de fertilidad de suelo, normalmente entrega la disponibilidad en el suelo de nitrógeno, fósforo y potasio, más otros antecedentes como pH, contenido de materia orgánica y conductividad eléctrica. Para obtener resultados analíticos de los demás elementos que intervienen en la nutrición vegetal, es necesario pedirlos en forma específica.

Con dicho resultado se calcula cuanto se requiere aplicar para alcanzar el nivel crítico de cada elemento en el suelo. Con ello solo se estaría reponiendo al suelo la cantidad de elementos minerales para lograr su estado de fertilidad natural.

Luego con antecedentes recopilados de la literatura técnica se calculan las cantidades de cada elemento que se requiere para desarrollar las estructuras vegetativas, y que cantidad se requiere para cubrir el rendimiento esperado.

A continuación se presenta un ejemplo real de un cultivo de melón en un suelo delgado con dos estratas.

Macro nutrientes en ppm.

Profundidad	N	P	K	Ca	Mg
Primera estrata 0 a 7,5 cm	20	6,14	185	4.581	1.173
Segunda estrata 7,5 a 21 cm	20	3,98	1,6	4.198	1.163

Micro nutrientes en ppm.

Profundidad	Fe	Cu	Mn	Zn
Primera estrata 0 a 7,5 cm	9,43	1,71	27,02	0,74
Segunda estrata 7,5 a 21 cm	10,19	1,58	15,77	0,59

Densidad aparente.

Profundidad	Densidad aparente
Primera estrata 0 a 7,5 cm	1.460 kg / m ³
Segunda estrata 7,5 a 21 cm	1.410 kg / m ³

Concentración en ppm de los elementos solubles en el suelo relacionados con la nutrición de cosechas anuales.

Elementos	Nivel Crítico en ppm
Nitrógeno	35
Fósforo	12
Potasio	78
Calcio	441
Magnesio	97
Hierro	10
Cobre	1
Manganeso	5
Zinc	3

Fuente: Ing. Ricardo Barahona.

Cálculo de la masa del suelo por estrata

$$\text{Estrata 1. } 10.000 \text{ m}^2 \times 0,075 \text{ m} \times 1.460 \text{ kg/m}^3 = 1.095.000 \text{ kg}$$

$$\text{Estrata 2. } 10.000 \text{ m}^2 \times 0,135 \text{ m} \times 1.460 \text{ kg/m}^3 = 1.903.500 \text{ kg}$$

Si tomamos el Fósforo como ejemplo:

$$\text{Estrata 1. } 12 - 6,14 = 5,86 \text{ ppm}$$

$$\text{Estrata 2. } 12 - 3,98 = 8,02 \text{ ppm}$$

Siguiendo con el cálculo:

$$\text{Estrata 1. } \frac{1.095.000 \text{ kg} \times 5,86}{1.000.000} = 6,42 \text{ kg de P/há}$$

$$\text{Estrata 2. } \frac{1.903.500 \text{ kg} \times 8,02}{1.000.000} = 15,27 \text{ kg de P/há}$$

Cálculo de la cantidad disponible de cada elemento en el suelo

La suma de ambas estratas $6,42 + 15,27 = 21,69$ kg de P/há, corresponde a la necesidad de fósforo por hectárea, para llevarlo a nivel crítico.

Procediendo de igual forma para cada elemento se llega a la siguiente tabla.

Macro nutrientes en kg/há.

	N	P	K	Ca	Mg
Estrata 1	-16,43	-65,42	117,17	4.533	1.178
Estrata 2	-28,55	-15,27	53,5	7.151	2.029
Total perfil	-44,98	-21,69	170,67	11.684	3.207

Micro nutrientes en kg/há.

	Fe	Cu	Mn	Zn
Estrata 1	-624	777	24.112	-2.475
Estrata 2	362	1.104	20.501	-4.587
Total perfil	-662	1.881	44.613	-7.062

Acumulaciones nutrimentales del melón a la madurez

Macro nutrientes en kg/há.

	N	P	K	Ca	Mg
Del follaje	20,40	2,55	11,16	4,60	7,09
De los frutos, cada 1.000 kg de M.S.	26,30	4,20	33,00	3,95	3,90

Micro nutrientes en g/há.

	Fe	Cu	Mn	Zn
Del follaje	179,31	17,53	21,52	17,53
De los frutos, cada 1.000 kg de M.S.	42,00	30,00	26,00	18,00

Teniendo los datos de extracción, se debe asumir un nivel de producción, que en este caso se fijó arbitrariamente en 3.000 kg de materia seca (M.S.) de frutos.

Balance de macro nutrientes de melón en kg/há.

	N	P	K	Ca	Mg
Disponible en el suelo	-44,98	-21,69	170,47	11.684	3.207
Demanda del follaje	-20,40	-2,55	-11,16	-5	-7
Residual para frutos	-65,38	-24,24	159,31	11.679	3.200
Demanda de frutos	-78,90	-12,60	-99,00	-12	-12
Necesidades totales	-144,28	-36,84	60,31	11.667	3.188

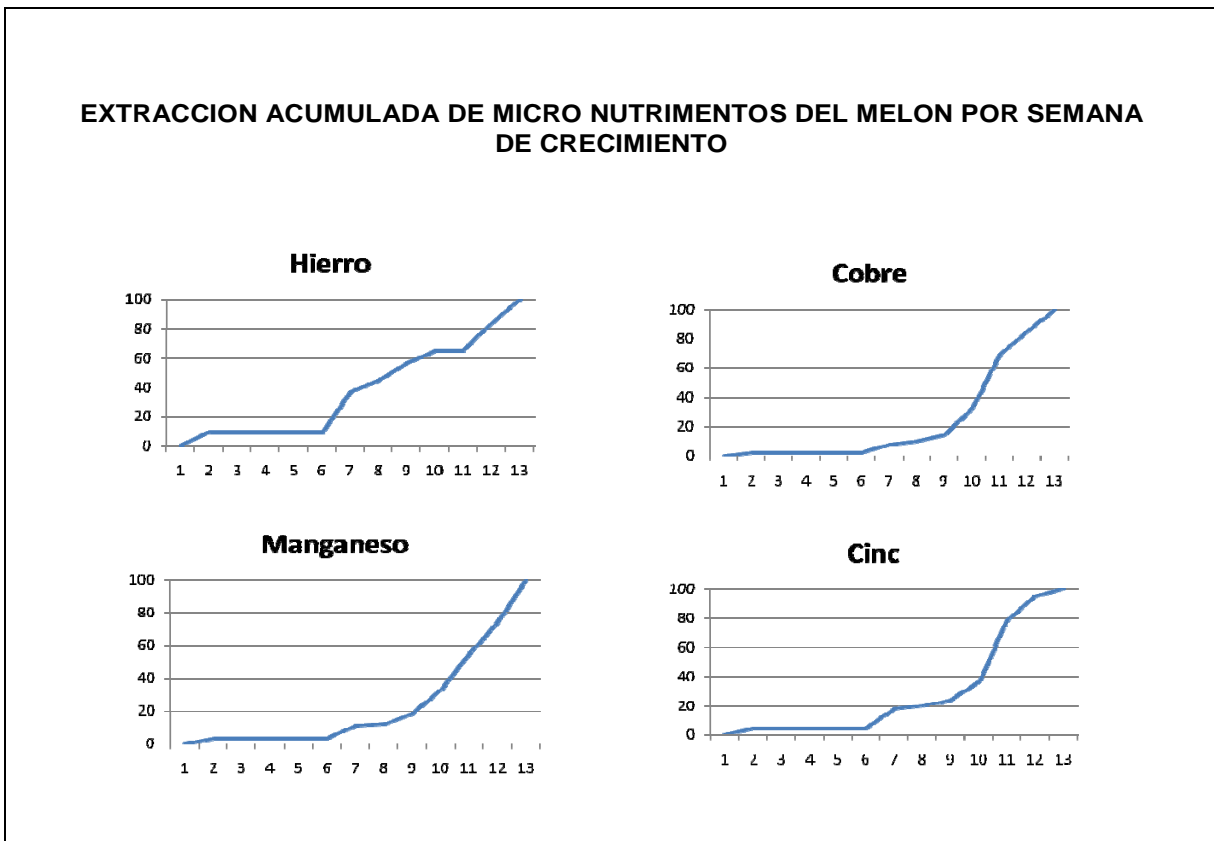
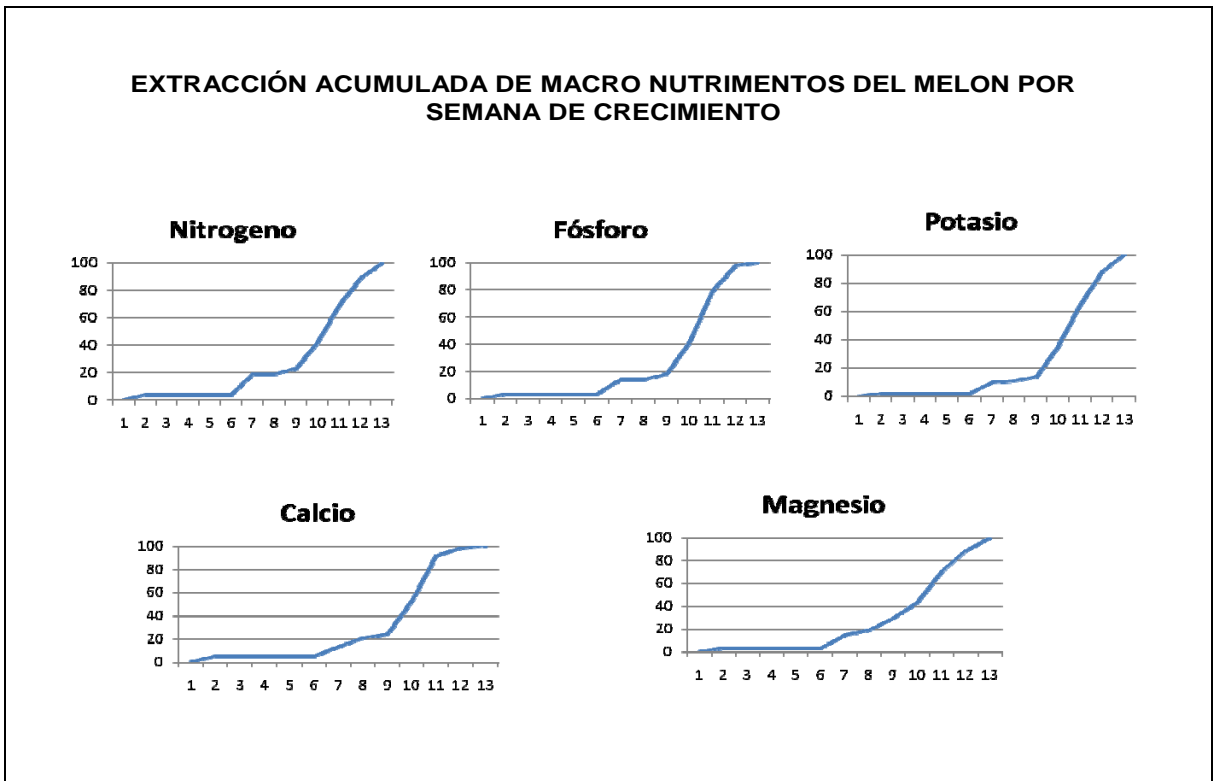
Esto significa que será necesario 144,28 kg de N/há y 36,84 kg de P/há para completar lo que el cultivo de melón requiere en esas condiciones.

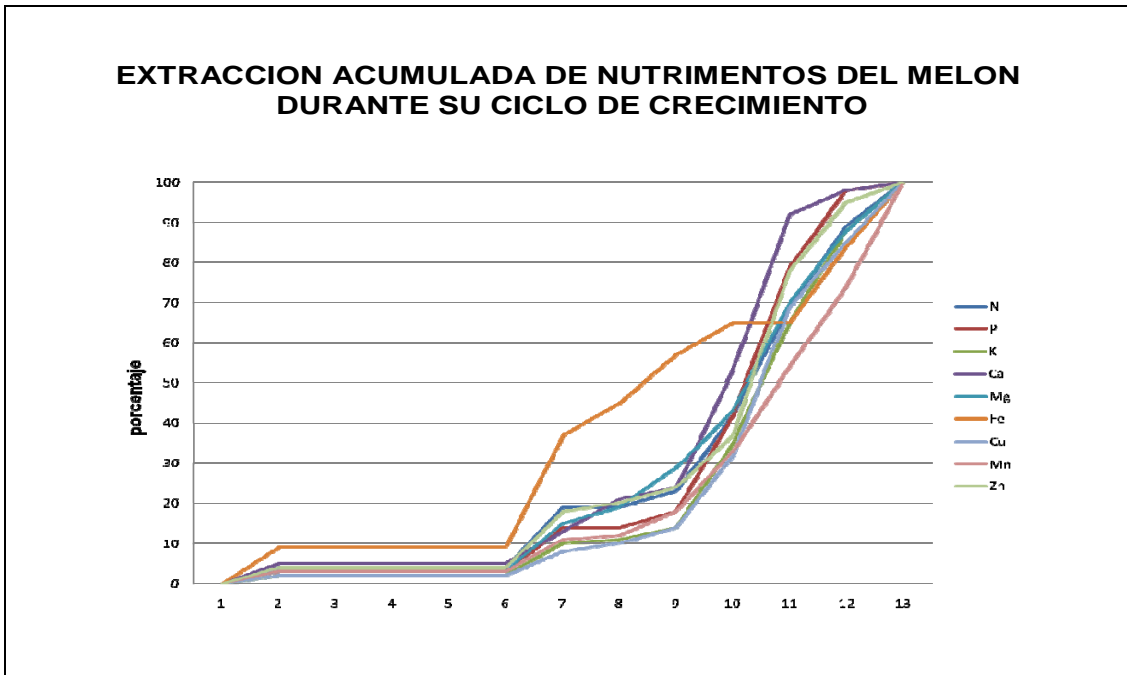
Balance de micro nutrientes de melón en g/há.

	Fe	Cu	Mn	Zn
Disponible en el suelo	-262	1.881	44.613	-7.062
Demanda del follaje	-179	-18	-22	-18
Residual para frutos	-441	1.863	44.591	-7080
Demanda de frutos	-126	-90	-78	-54
Necesidades totales	-567	1.773	44.513	-7.134

Esto significa que será necesario 567 g de Fe/ha y 7.134 g de Zn/há para completar lo que el cultivo de melón requiere en esas condiciones.

Pero... ¿Cuándo la planta necesita los elementos nutricios?





¿Cuándo aplicarlos?

Dependerá de la dinámica de cada elemento en el suelo y del sistema de riego del cultivo.

¿Cuánto fertilizante aplicar?

Para responder a ello se necesitan considerar dos aspectos principales: La ley del fertilizante y el coeficiente de aprovechamiento o eficiencia.

Si en este ejemplo se utiliza urea como fertilizante nitrogenado, como la ley es 46%, para que el cultivo disponga de 144 kg de N, es necesario aplicar 313 kg/urea/há si es que tuviera un 100% de eficiencia.

Como algunos investigadores han indicado para la urea un coeficiente de aprovechamiento del 70%, los 313 kg se convierten en 447 kg de urea/há.

En el caso del fósforo, si se usa superfosfato triple con una ley de 47%, lo que significa que 100 kg de superfosfato triple aportan 47 kg de P_2O_5 , y como en el ejemplo, los requerimientos estaban expresados en kg de P/há, hay que llevarlos a P_2O_5 , multiplicándolo los 36,84 kg de P/há por el factor 2,2914, dando 84,82 kg de P_2O_5 /há.

Como en el fósforo se habla de un coeficiente de aprovechamiento de 20%, los 84,82 kg de P_2O_5 se convierten en 424 kg de superfosfato triple/há.

Otros datos útiles

Para convertir K en K_2O multiplique por el factor 1,205.

Para convertir Ca en CaO multiplique por el factor 1,399.

Para convertir Mg en MgO multiplique por el factor 1,658.

Coeficiente de aprovechamiento de los fertilizantes potásicos: 50%.

Resumiendo, las interacciones del sistema clima-suelo-cultivo-fertilizante pueden simplificarse en tres componentes para la formulación de una dosis: Demanda del nutriente, Suministro del nutriente y Eficiencia de la fertilización.

Fundamentalmente, las interrelaciones entre el clima y el cultivo están reflejadas en la Demanda del nutriente, las interrelaciones entre el suelo y el cultivo en el Suministro del nutriente y el efecto de manejo de los fertilizantes en las relaciones suelo-cultivo a través de la Eficiencia de la fertilización. De esta forma, la formulación general para la estimación de la dosis de la fertilización razonada es la siguiente:

$$\text{Dosis de fertilización} = \frac{\text{Demanda del Nutriente} - \text{Suministro del nutriente}}{\text{Eficiencia de la fertilización}}$$

La Demanda del nutriente por los cultivos corresponde a la cantidad de nutriente requerida para obtener el rendimiento alcanzable económico en un determinado agroecosistema (sistema clima-cultivo-suelo). Por otra parte, el Suministro del nutriente está dado por la cantidad del nutriente disponible en el suelo que es absorbida por el cultivo. Finalmente, la Eficiencia de la fertilización es la fracción de la dosis del nutriente aplicado que es recuperada por el cultivo.

Cuando se produce un déficit entre la Demanda del nutriente de los cultivos y el Suministro del nutriente del suelo, este déficit debe ser proporcionado por la Dosis de fertilización. Sin embargo, no todo el fertilizante agregado es recuperado por el cultivo. Parte del fertilizante puede perderse mas allá de la profundidad alcanzada por las raíces en el perfil de suelo, como gas hacia la atmósfera o bien quedar retenido en forma no disponible en el suelo. La tecnología de aplicación de los fertilizantes (fuente, forma y momento de aplicación) también afecta a la Eficiencia de la fertilización, ya que modifica la intensidad de los procesos anteriormente señalados.

La estimación de las dosis con ésta formulación general se propone para cultivos en suelos y climas en condiciones que permitan un crecimiento y desarrollo normal de los cultivos, de forma que su rendimiento alcanzable no sea modificado por factores tales como compactación y/o mal drenaje de los suelos, erosión, acidez excesiva o salinidad de los suelos. Además, se deben considerar condiciones climáticas modales del agroecosistema y un manejo óptimo de las otras variables de producción. Esta formulación general es válida para todos los nutrientes.

La precisión en la estimación de la dosis de fertilización esta determinada por la calidad de los parámetros necesarios para calcular la Demanda de nutrientes de los cultivos, el Suministro de nutrientes del suelo y la Eficiencia de la fertilización. Hay que señalar que no todos los parámetros involucrados son específicos. Para algunos parámetros se requieren antecedentes generales del manejo agronómico (rotación de cultivos, cultivo anterior, residuos de cosecha u otros) y otros parámetros, pertenecen a unidades de características similares (agroecosistema, grupo de suelos, grupo de cultivos). Además, existen parámetros que son sensibles al manejo de los suelos (como por ejemplo la eficiencia de absorción de P en suelos compactados o en suelos inundados). La dosis estimada a través de la fertilización razonada solo permite una aproximación a la dosis real del cultivo, pero distingue con certeza entre dosis bajas, medias y altas de fertilización. Su fortaleza reside en su formulación, la cual considera los parámetros más relevantes del sistema clima-suelo-cultivo-fertilizante que determinan la dosis de fertilización.

7.1. Referencias

Alvarado, P. 1986. Recomendaciones de abonado para cultivos hortícolas. pp. 1-21 en Curso sobre Ferti-Riego. CORPREX, El Salvador, C.A. 251 p.

Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Mundi-prensa. Madrid, 206 p.

Rodríguez, J. 1991. Manual de fertilización. Colección en Agricultura, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Alfabetá impresores. Santiago, Chile. 263 p.

Rodríguez, J., Pinochet, D. y Matus, F. 2001. La fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117 p.

8. PRINCIPALES BIOANTAGONISTAS DEL CULTIVO DE CUCURBITÁCEAS

Claudio Urbina Z.

La siguiente presentación entrega antecedentes técnicos referidos a las principales plagas y enfermedades del cultivo de Cucurbitáceas en las zonas productivas de la VI Región y cuya presencia implica un impacto en su productividad.

8.1. Conceptos generales del fundamento de las fitopatologías

El estatus de enfermedad, se define como un estado de anormalidad de la planta, en el cual se ve reducido su potencial productivo, asociado a un deterioro de su estructura e incluso su colapso.

Para que se pueda manifestar una enfermedad, se deben asociar tres factores, cuya importancia es relativa en cuanto a la susceptibilidad a un determinado patógeno y la severidad de su interacción.

Un primer factor está asociado a la presencia de los patógenos en el medio, lo cual corresponde, en términos normales, a la dinámica ecológica de los suelos en cuanto a la diversidad y de regulación poblacional.

Esta diversidad se ve alterada como consecuencia del monocultivo de determinadas especies hortícola, del uso de pesticidas y también de las prácticas de manejo productivo, las cuales favorecen el desarrollo de ciertas poblaciones que presentan una mayor afinidad con las plantas cultivadas.

Este mismo factor es el responsable del incremento de la severidad de los patógenos, al potenciar procesos de selección que se traducen en resistencias o tolerancias a los medios de control químicos.

Otro factor, corresponde a la condición del hospedero, en cuanto a su etapa fenológica y metabólica, la cual tiene relación con la resistencia o tolerancia frente a la interacción con un determinado patógeno.

Las distintas estructuras de las plantas pueden presentar una cierta susceptibilidad ante la presencia de un patógeno, la que da origen a una serie de signos de la enfermedad a nivel de hojas, tallos, frutos y raíces, los cuales permiten una identificación de los agentes causales.

El medioambiente, corresponde al tercer factor en este sistema, especialmente referido a las condiciones edafoclimáticas en la cual establecemos los cultivos, en el cual es de gran importancia las labores de preparación de suelo, riego y manejos fitotécnicos que se realizan durante todo el ciclo.

En la mayoría de los casos, los patógenos requieren de agentes dispersantes para poder expandirse y colonizar nuevas áreas, tanto a nivel intra como interpredial los cuales pueden ser pasivos, como el viento, el agua, animales vectores o la misma actividad humana o activos, estos corresponden a los propios medios de movilización que poseen los agentes causales, los cuales son adaptaciones físicas para su desplazamiento.

8.2. Conceptos generales de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)

El concepto de manejo integrado de plagas y enfermedades de un cultivo, implica la implementación de una serie de consideraciones holísticas del sistema productivo, que involucra aspectos económicos, medioambientales y toxicológicos para minimizar el efecto de un determinado bioantagonista al cultivo.

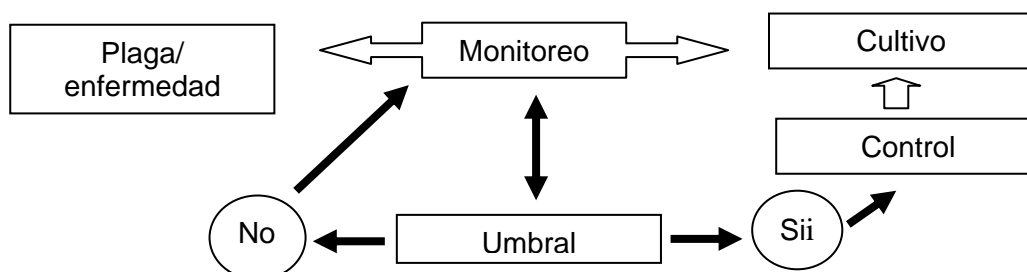


Figura 1. Principios del manejo integrado de plagas y enfermedades.

El MIPE, se basa en los siguientes aspectos (Figura 1):

- Monitoreo de la dinámica poblacional de la plaga o enfermedad.
- Integración de la mayor cantidad de medidas de control físicas, químicas o biológicas posibles de implementar durante el cultivo.
- Reducir los niveles poblacionales de la plaga o enfermedad, bajo un determinado umbral económico.

En una primera etapa, implica el reconocimiento del agente causal de una plaga o enfermedad, en los aspectos de comprensión de las etapas y duración de su ciclo de vida, de las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo y los medios de dispersión que utilizan.

Para esto se establece el monitoreo, el cual consiste en la implementación de una metodología para determinar la presencia de una plaga o enfermedad, a través de conteos de individuos en un cierto estado por medio de detección directa (al azar o secuencial) o trampas (luz o color) especialmente diseñadas para cada caso. También se debe incluir en este tipo de control, los medios biotecnológicos, como es la utilización de feromonas de confusión sexual, las cuales tienen una gran utilidad en la lucha contra las plagas.

Los medios de control que se implementan en un MIPE, corresponden a aquellos bien conocidos, como las labores culturales y de manejo químico que se utilizan en forma normal durante el cultivo.

Los métodos físicos o mecánicos, involucran todos aquellos sistemas que están destinados a interponer mediante barreras o trampas la acción de la plaga a controlar.

Otra herramienta del MIPE incluye el control biológico, el cual no solo considera el uso de insectos que actúan como predadores o parasitoides de las plagas, sino que además considera el uso de microorganismos parásitos (hongos) o entomopatógenos (bacterias).

8.3. Principales etapas de susceptibilidad a los bioantagonistas durante el ciclo de cultivo de las Cucurbitáceas

Para fines de este trabajo, se considerarán dos etapas durante el ciclo de desarrollo de éstas especies, el primero de ellos corresponde a la etapa de elaboración de plantines, posteriormente la etapa de desarrollo vegetativo, considerando hasta la pre cosecha.

8.3.1. Etapa de elaboración de almácigos

Durante la fase de elaboración de almácigos, se generan las condiciones para el desarrollo de plagas y enfermedades en las distintas etapas de éste proceso. Estos factores se resumen en la Figura 2.

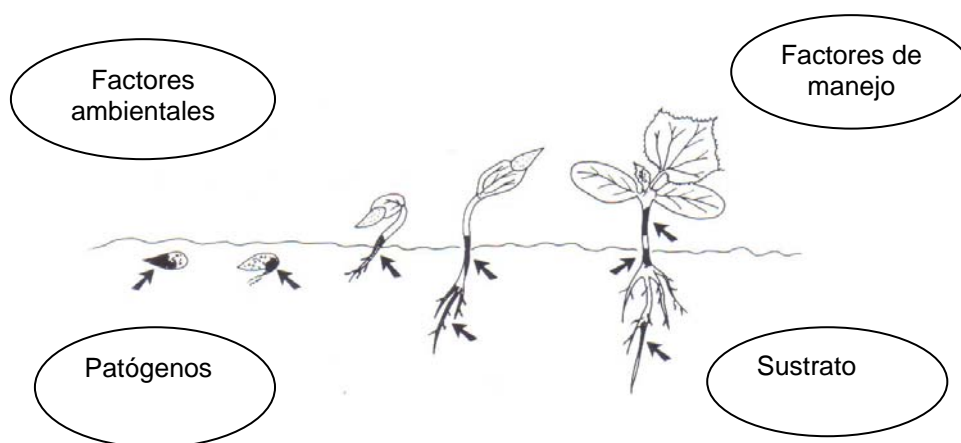


Figura 2. Factores que inciden en el desarrollo plagas y enfermedades durante la etapa de almácigos.

- Factores ambientales: Corresponden a las condiciones de temperatura y humedad en la que se desarrolla el proceso de germinación y emergencia de las plántulas, que en el caso de las Cucurbitáceas son de mayor exigencia, dado que se requieren temperaturas mayores a 15°C para iniciar la germinación.
- Factores de manejo: Estos factores están asociados a las condiciones en las que se elaboran los plantines, en las que se destacan las estructuras de propagación (invernadero), uso de calefacción, metodología de riego y manejo de la ventilación.
- Sustrato: Corresponde a la mezcla de elementos que constituyen el soporte sobre el cual se elaborarán los plantines y cuya naturaleza puede variar en función de los materiales que se utilizan para su elaboración. Estos materiales, deben ser inocuos (esterilizados), inertes y económicos.
- Patógenos: Se consideran como patógenos a todos los bioantagonistas que afectan al cultivo en las distintas etapas de su desarrollo y cuyo efecto implica una reducción de la producción en un nivel cuantificable y que afectan a las Cucurbitáceas en ésta etapa.

8.3.1.1. Principales plagas y enfermedades

Mosca de los almácigos

A nivel de las almacigeras, la mosca de los almácigos es una plaga muy importante, ya que dadas las condiciones de los invernaderos donde se hacen los plantines se dan las condiciones para el ciclo de ésta plaga.

Corresponde a un tipo de plaga, cuya mayor incidencia ocurre en los almácigos que se realizan en fines de verano u otoño, como también en primavera.

Las moscas de los almácigos pueden completar el ciclo de vida entre 20 a 30 días, dependiendo de las temperaturas. Cuando las temperaturas son mayores a los 30°C el ciclo de vida se puede acortar a 15 días en el cual los adultos pueden vivir hasta 20 días.

Generalmente las hembras oviponen en el suelo en rastros vegetales, en los cuales los huevos eclosionan en función de la temperatura y las larvas atacan directamente el tejido tierno de las plantas, siendo característico el corte de las plantas a nivel del suelo.

Medidas de Manejo Integrado

Las medidas de manejo integrado que se recomiendan para minimizar el efecto de ésta plaga, están referidas a considerar algunos factores en el lugar de establecimiento del almácigo: Evitar uso de guanos frescos, evitar rastros de maíz u otro cultivo en el que puedan oviponer las moscas, realizar solarización de las canchas de almácigo, cuando sea posible (considerar +/- 40 días) y el uso de trampas adhesivas.

Control químico

En el caso de detección de la plaga, es recomendable la aplicación de pesticidas de largo efecto residual al suelo, preferentemente de tipo granular.

En el caso de aplicaciones al follaje, se debería utilizar productos específicos de tipo hormonal, que inhiben los cambios de estado larvarios, como es Ciromazina (Triggard).

En el Cuadro 1, se detallan los principales productos agroquímicos que se utilizan para esta plaga, especificado su dosis y modo de aplicación.

Cuadro 1. Principales producto utilizados en manejos preventivos de moscas de los almácigos.

Grupo químico	Producto comercial	Dosis	Aplicación
Clorpirifos+Cipermetrina	Lorsban Plus	150cc/100lt	Foliar
Alfa cipermetrina	Fastac 100 EC	30cc/100lt	Foliar
Abamectina	Fast 1.8 EC	80cc/100lt	Foliar
	Vertimec 1.8 EC	80cc/100lt	Foliar
Carbofurano	Carbodan 48 SC	3cc/ m ²	Suelo
	Carbodan 10 G	5g/m ²	Suelo
	Curaterr 10% GR	5g/m ²	Suelo
Ciromazina	Trigard 75WP	70g/kg semilla	Semilla
	Trigard 75WP	800gr/há al surco	Suelo

Caída de plantines

Entre las enfermedades fungosas de mayor incidencia encontramos principalmente al complejo de hongos asociados a la “caída de plantines”, los cuales comprenden varias especies del género de las Pitiáceas, destacándose principalmente *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. y en términos generales, todas las Cucurbitáceas son sensibles a alguna o todas las Pitiáceas.

Estos hongos son capaces de sobrevivir en el suelo como saprofitos, alimentándose de restos orgánicos y su baja especificidad les permite desarrollarse en otros huéspedes además de las Cucurbitáceas. Su permanencia en el suelo se asegura a través de estructuras de resistencia como son las oosporas, las clamidosporas y en menor grado en esporangios.

En cuanto a su difusión, estos corresponden a hongos eminentemente acuáticos y están adaptados a desarrollarse en la fase acuosa del suelo, aunque no es su único medio de dispersión, pudiendo en algunos casos diseminarse vía aérea y a través de salpicaduras desde el suelo.

Las condiciones para su desarrollo son: agua libre, reducido intercambio gaseoso desde el sustrato, bajas temperaturas en el sustrato y condiciones de estrés térmico o hídrico de los plantines.

Botrytis

Dentro de las enfermedades de mayor incidencia a nivel de almácigo, se tiene a *Botrytis cinerea* Pers., la cual está asociada a las condiciones de humedad ambiental durante la elaboración de las plantas, ya que su óptimo se encuentra con humedades relativas mayores a 90%, pero por sobre todo con la presencia de agua libre sobre el tejido, lo cual está asociado a la falta de ventilación.

En cuanto a las temperaturas para su desarrollo, el rango óptimo es de 17° a 23°C, pero sin embargo puede atacar con temperaturas mayores y menores a las señaladas. Otros factores que favorecen su dispersión son: calidad de la luz que recibe la planta, en la que longitudes de onda inferiores a 345nm, influyen en una mayor esporulación del hongo, excesiva fertilización nitrogenada y situaciones de estrés de los plantines (térmicos o hídricos).

8.3.2. Etapa de desarrollo vegetativo

8.3.2.1. Principales plagas y enfermedades

Trips

Una plaga de gran importancia corresponde a los trips, debido a que éstos actúan como vector para virosis, los cuales consideran a *Frankliniella occidentalis* y a *Thrips tabaci*.

Los trips prefieren alimentarse de los tejidos jóvenes de las plantas o de las hojas que están apenas emergiendo. Cuando las hojas crecen, los sitios dañados con anterioridad se alargan dejando espacios vacíos en la superficie de la hoja.

La apariencia de las áreas dañadas es como manchones o rayas plateadas que brillan con el sol. Cuando el daño es severo estos pequeños parches pueden ocupar la mayoría del área foliar y la planta no puede realizar adecuadamente la fotosíntesis.

Otro tipo de daño importante, se relaciona con la mayor pérdida de agua de las hojas, asociado al debilitamiento del tejido vegetal y permitiendo así, que los hongos patógenos pueden penetrar más fácilmente los tejidos de la planta.

Los trips pueden completar el ciclo de vida entre 14 a 30 días. Cuando las temperaturas son mayores a los 30°C el ciclo de vida se puede acortar a 10 días. Los adultos pueden vivir hasta 20 días.

Los trips no requieren copular para reproducirse. Las hembras que no son apareadas producen solamente hembras como progenie. Cada hembra puede producir hasta 80 huevos.

En algunas oportunidades, toda la población de trips esta compuesta solamente por hembras. Este aspecto reproductivo es muy importante, ya que de una sola hembra puede generarse una población en poco tiempo.

Existen variadas alternativas de pesticidas para realizar el control de los trips, y en base a los antecedentes de la plaga, queda de manifiesto que más que el tipo de producto, la efectividad de su control dependerá de:

- Detección temprana de las poblaciones de trips en el cultivo (monitoreo).
- Volumen de mojamiento para llegar al centro de la planta.
- Uso de adherentes que aumenten la capacidad humectante de la solución.
- Estado de la planta que favorezca el contacto del insecto con el pesticida.

Nemátodos

Agente causal: *Meloidogyne* spp.

Clase: Nematoda

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Meloidogyne, es un endoparásito sedentario, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la dispersión por actividades de labranza y plantas contaminadas, además de desplazarse a través del agua de riego.

El daño principal asociado a ésta plaga, se relaciona con la formación de nódulos en las raíces, las cuales restringen el paso de agua y nutrientes a la planta, provocando un escaso desarrollo, debilitamiento generalizado y un aspecto de deshidratación y una severa reducción de la producción, tanto en cantidad como en calidad.

Además se le asocia la transmisión de ciertos virus y también favorece el ataque de hongos saprofitos.

La hembra inicia la postura de huevos en la raíz o en el suelo, en una masa gelatinosa, de hasta 500 huevos. El ciclo de desarrollo se ve influenciado por la temperatura del suelo, siendo activos con temperaturas de 17 a 27° C, especialmente en suelos arenosos.

Estrategias de control

Dada la localización de ésta plaga, es difícil determinar infestaciones precoces, por lo cual se debe observar las plantas que presente sintomatologías de déficit hídrico. En caso de suelos con antecedentes de carga de nemátodos, se deben implementar las medidas de control preventivas.

Se debe estimular la formación de raíces a través del uso de bioestimulantes y además se deben considerar aplicaciones al follaje y al suelo, en este último caso, se deben realizar a través de un sistema de riego tecnificado, ya que de otra forma resulta altamente oneroso.

Es importante destacar que en el caso de las aplicaciones en suelos infestados, el número de aplicaciones variará en función de las temperaturas del suelo.

Existen varios productos nematicidas en el mercado, dentro de los cuales oxamilo presenta un buen nivel de control y se puede aplicar vía riego o al follaje.

La implementación del programa de aplicaciones debe ser elaborado por un profesional responsable, en cuanto a la dosis a utilizar, la carencia, forma de aplicación y en general con todos los aspectos de manipulación de pesticidas.

Fusarium

Entre las enfermedades que afecta a las Cucurbitáceas, Fusarium es sin lugar a dudas la de mayor relevancia, tanto por la severidad de su ataque, como también por la mayor incidencia que va teniendo en los lugares de cultivos de éstas especies.

El agente causal corresponde a Fusarium spp, destacándose Fusarium oxysporum f. sp. melonis (L & C) Snyder & Hansen como responsable de la fusariosis del melón, existiendo cuatro razas, cuya distribución es cosmopolita y varía en cada continente. Suelen ocasionar daños muy graves y no es raro que produzca la muerte de todas las plantas de la parcela.

Este hongo es capaz de mantenerse en el suelo en los restos vegetales gracias a sus clamidosporas (esporas de perpetuación) de paredes gruesas y resistentes. Parece capaz de vivir saprofiticamente a partir de diversos compuestos orgánicos. Penetra en las raíces por las aberturas que se producen al emitirse éstas.

Entre los medios de difusión, las semillas pueden estar contaminadas y asegurar la transmisión de la enfermedad. Esto ocurre raramente; lo normal es que el hongo, presente en el suelo, sea diseminado por el viento, las salpicaduras por medio del material y herramientas. Los chancros que se producen sobre el tallo se cubren de numerosas fructificaciones y esporas del hongo; son fuentes importantes de contaminación por su fácil diseminación.

Las condiciones favorables para su desarrollo son cuando existe una notable diferencia entre la temperatura óptima de desarrollo del hongo in vitro (28 - 30°C) y la que le permite mostrarse particularmente agresivo con su huésped (18 - 20°C). Es una enfermedad que ataca especialmente en primaveras frías o tardías. Cuando las temperaturas suben por encima de 30°C la enfermedad sufre una regresión pero no desaparece. Al contrario que otras Fusariosis afecta sobre todo a suelos fríos y precozmente. Hay que precisar que las condiciones que favorecen la expresión de la enfermedad son diferentes a éstas que hemos comentado. Los marchitamientos serán máximos cuando las temperaturas suban y disminuya la humedad relativa del aire.

La nutrición mineral de las plantas influye en su sensibilidad a la enfermedad. Éstas son más receptivas cuando la alimentación nitrogenada es importante; al contrario, con aportes mayores de potasio y de calcio se observarán menos plantas afectadas.

Medidas de manejo integrado

Durante el cultivo no hay ningún medio de lucha eficaz en este estado. Es esencial eliminar las plantas enfermas en cuanto aparezcan los primeros síntomas. La aplicación de benomilo o de carbendazima a nivel del pie de planta permite obtener un efecto relativo, otorgando una cierta protección de las plantas en los primeros estado de desarrollo post trasplante.

Por otro lado, *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (E. F. Smith) Snyder & Hansen, es el responsable de la Fusariosis de la sandía, del cual existen 3 razas:

raza 0: raza común que afecta sobre todo a las variedades sensibles;

raza 1: menos virulenta, ataca también a varias variedades resistentes;

raza 2: muy virulenta frente a todas las variedades resistentes.

Cuando este hongo está presente en una parcela puede mantenerse durante más de 10 años en ausencia de la sandía, como saprofito. Es capaz de colonizar los tallos muertos de melón y las raíces de varias malezas. Persiste durante más de 2 años sobre las semillas de sandía. Las contaminaciones suelen iniciarse en las heridas de emergencia de las raíces laterales. Las clamidosporas que produce a partir del micelio o de las macroconidias poseen además una gran capacidad de conservación.

La difusión se realiza muy fácilmente por medio de las semillas, las partículas de tierra contaminadas y transportadas por el viento, los sustratos y las plántulas, el agua de riego, los aperos y la maquinaria agrícola, sobre el tallo de las plantas enfermas aparecen chancros cubiertos de numerosas esporas del hongo; éstas son dispersadas fundamentalmente por salpicaduras de agua.

En cuanto a las condiciones favorables para su desarrollo: este hongo tiene una temperatura óptima de desarrollo de 26,5°C, pero los síntomas de marchitez se manifiestan principalmente a temperaturas más altas, en periodos de baja humedad relativa y fuerte luminosidad. En éstas condiciones, la transpiración de la planta no puede ser compensada debido a la presencia del hongo en los vasos y a las reacciones del huésped, que consisten en la producción de sustancias gomosas en los vasos para tratar de frenar la progresión del *Fusarium* pero, indirectamente, cortan la circulación de la savia. Los suelos con mucha materia orgánica son más favorables al desarrollo de la enfermedad, así como los suelos afectados por nemátodos de agallas que favorecen la penetración del hongo en las raíces.

Pyrenochaeta lycopersici Gerlach

Otra enfermedad que ha cobrado importancia en las últimas temporadas, ha sido *Pyrenochaeta lycopersici* Gerlach, responsable de la enfermedad de las raíces suberosas ("Corky root").

Esta enfermedad puede llegar a las capas profundas del suelo y es capaz de colonizar los sistemas radiculares de plantas cultivadas (huésped alternativo) como el tomate, lechuga, entre otros hospederos como también en malezas. Se mantiene durante varios años en el suelo, especialmente sobre las raíces, en forma de clamidosporas.

Las cepas denominadas frías, templadas y cálidas pueden subsistir en el mismo suelo e intervenir de forma preferencial según la época del año.

El crecimiento de este hongo en el suelo es muy lento, de tal modo que las condiciones favorables para su desarrollo son de 15 a 20° C en lo que respecta a las cepas del Norte de Europa. Existen en efecto varios tipos de cepas cuyos óptimos térmicos parecen diferir en función de su origen. Las cepas originarias de países de la

cuenca mediterránea (Túnez y Líbano) son todavía patógenas a temperaturas del orden de 26 - 30°C.

Durante el cultivo no existe un medio eficaz para eliminar el parásito presente sobre las raíces sin alterarlas irreversiblemente. Para tratar de mantener la vida de las plantas el mayor tiempo posible conviene, entre las medidas de manejo integrado, se puede mencionar:

- Aporcar las plantas para favorecer la emisión de nuevas raíces que puedan suplir a las raíces viejas necrosadas.
- Realizar riegos ligeros en los periodos más calurosos del día, con el fin de evitar evaporaciones excesivas y no compensadas que conducen a la desecación y a la muerte de las plantas.
- Vigilar atentamente el riego; si las plantas se marchitan podremos achacarlo a las alteraciones radiculares debidas a *Pyrenochaeta lycopersici* y no a una falta de agua. Con frecuencia, ante estos síntomas los productores tienden a aumentar el riego, lo que conduce además a asfixias radiculares.

Las aplicaciones de soluciones fungicidas (a base de benomilo, de carbendazima y de metiltiofanato) al cuello de las plantas o a través del sistema de riego localizado suelen ser aconsejadas.

Al término del cultivo, conviene arrancar cuidadosamente las plantas eliminando al máximo las raíces alteradas. La rotación de cultivos no se considera como método de lucha contra el hongo, ya que éste se conserva en los suelos durante mucho tiempo, a pesar de que se cultiven especies no sensibles. En el caso de cultivo bajo invernadero de melón y pepino, puede efectuarse una desinfección del suelo utilizando vapor (pocas explotaciones están equipadas para ello), bromuro de metilo, y/o cloropiorina (en los países en los que está autorizada) que son los productos más eficaces y el dazomet o el metam-sodio cuyos niveles de eficacia son también aceptables.

La desinfección solar del suelo (solarización) puede ser considerada; en algunos países mediterráneos se han registrado resultados bastante espectaculares. Esta técnica consiste en cubrir el suelo (muy bien trabajado y húmedo) con una lámina de plástico de 25 a 30 micras de espesor, y mantenerlo al menos durante un mes en una época del año muy soleada.

8.4. Referencias

Brad, K. G. 2000. Onion Diseases. SEMINIS. Colorado, USA.

Blancard, D., Lecoq, H. y Pitrat, M. 2000. Enfermedades de las Cucurbitáceas. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.

IMPPA- AFIPA. 2005. Manual Fitosanitario 2006-2007. Santiago, Chile.

Latorre, B. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado ONU-FAO. Santiago, Chile.

9. MANEJO SUSTENTABLE DEL CULTIVO DE CUCURBITACEAS

Alejandra Martin B.

Los sistemas agrícolas sustentables son aquellos que permiten satisfacer las necesidades humanas modernas, sin comprometer las futuras, están encauzados a mantener los bienes y servicios, respetando y conservando los sistemas productivos, respondiendo a las exigencias sociales y ambientales. (Soriano, 1996 citado por Oberti et al., 2007).

La estrategia de desarrollo agrícola sustentable debe estar basada en principios agroecológicos que permitan involucrar una mayor participación y difusión de tecnologías. Está fundada sobre conocimientos indígenas y tecnologías modernas de bajos insumos, éste sistema incorpora principios biológicos y recursos locales, proporcionando a los pequeños agricultores una forma ambientalmente sólida y rentable de intensificar la producción en áreas marginales, pero la problemática principal no es lograr el rendimiento máximo, sino una estabilización a largo plazo (Altieri et al. 1999).

Sin embargo, la agricultura moderna se ha vuelto compleja, ya que depende del manejo intensivo, disponibilidad ininterrumpida de los recursos y de energía adicional para obtener ganancias en el rendimiento de los cultivos (Altieri, 2001). Su intensificación, sumada a la inconciencia ambiental, ha provocado problemas en los campos como: contaminación, resistencia e inducción de plagas y enfermedades, entre otros; poniendo en riesgo la capacidad de los agro ecosistemas para producir en forma sustentable (Sarandón, 2000). Cosnia (1993) citado por Oberti et al (2007) señala que durante los procesos de degradación de los recursos naturales en la agricultura los más afectados han sido el suelo (erosión, desertificación, pérdida de fertilidad, salinización, etc.) y el agua (superficial y del subsuelo). No aplicar prácticas agronómicas como: rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, uso adecuado de agroquímicos, conocimiento del manejo de plagas y enfermedades, etc. hacen que un sistema de producción sea perjudicial al medio ambiente por las prácticas contaminantes que se utilizan para su desarrollo.

Por lo que Altieri et al (1999) señalan que algunas prácticas de manejo sustentable de un cultivo debieran incluir:

- Cubierta vegetal como una medida de conservación del suelo y el agua, lograda mediante el uso de prácticas de no labranza, uso de mulch, cultivos de cobertura, etc.
- Suministro regular de materia orgánica mediante la adición de abonos orgánicos y el fomento de la actividad biótica del suelo.
- Mecanismos de reciclaje de nutrientes a través de rotaciones, sistemas combinados e intercalados de cultivo, etc.
- Regulación de las plagas, asegurada por la actividad de los agentes de control biológico, obtenidos mediante la introducción y/o conservación de los enemigos naturales.
- Aumento del control biológico de las plagas por medio de la diversificación.
- Producción sostenida de cultivos sin el uso de insumos químicos que degraden el medio ambiente.

Desde este punto de vista los cultivos de melón y sandía, son sistemas de producción altamente contaminantes, ya que la productividad y alta calidad de sus productos (frutos) está estrechamente ligada a algunos cuidados que debemos tener durante el cultivo. Prácticas como sobre explotación del suelo, uso excesivo e indiscriminado de insumos, agroquímicos y el mal manejo de los residuos agrícolas generados

(orgánicos e inorgánicos), hacen que no solo se incrementen los costos de producción sino que además se produzca un gran deterioro ambiental. Sin embargo, como estrategia para lograr una productividad agrícola sustentable y de alta calidad, se hace necesario modificar las técnicas tradicionales, es por ello que se requiere con urgencia la capacitación del productor en el manejo integrado del cultivo, orientado a la aplicación y establecimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (Jaramillo et al, 2007).

Desarrollar programas de capacitación y asistencia técnica que sean rentables y sustentables, no solo permite a los agricultores mejorar su conocimiento sobre el manejo de sus cultivos, sino que además, aumenta sus ingresos y genera oportunidades de trabajo. El uso de tecnologías actualizadas de acuerdo a los mercados, la selección apropiada del cultivo (melón o sandía), Manejo Integrado de Cultivos (MIC) y prácticas de producción como:

- Técnicas de preparación de suelo mejoradas.
- Instalación de riego tecnificado (goteo).
- Densidades de plantas adecuadas.
- Programas de fertilización y fertiriego para asegurar una mejor nutrición del cultivo.
- Control de malezas apropiado para reducir plagas y enfermedades (del cultivo y de vecinos).
- Monitoreo de plagas y enfermedades con aplicaciones oportunas y eficientes.
- Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) incluyendo controles y registros, seguimiento y monitoreo de cultivos, mejoras en infraestructura y consideraciones ambientales y sociales.
- Diseño de sistemas de muestreo para estimar cosecha, evaluaciones de calidad y proyecciones
- Otras.

Lo anterior, no solo permiten maximizar la productividad, sino que además reducen los riesgos y costos de producción por unidad (EDA, 2007).

Es en éste contexto que el desarrollo de un protocolo que permita tomar conciencia al agricultor sobre las prácticas utilizadas para el desarrollo de sus cultivos, facilitaría la transición de una agricultura tradicional a una más sustentable, lo que hace necesario promover acciones para desarrollar un plan de producción de hortalizas encaminado a fortalecer los programas de Buenas Prácticas Agrícolas y la implementación de programas de aseguramiento de la inocuidad. La aplicación de estos programas facilita la incorporación para competir en diversos mercados con productos diferenciados, que garanticen al consumidor un producto de alta calidad.

Chile dentro de sus productos agrícolas, entre ellos las hortalizas, como dinámica comercial debe promover productos que cumplan con los requisitos de calidad, sanidad e inocuidad establecidos por los consumidores. Sin embargo una fuerte presencia en los mercados internacionales, ha demandado un ajuste permanente, para lograr un producto de acuerdo a los estándares exigidos en materia de inocuidad alimentaria, protección del medio ambiente y bienestar de sus trabajadores (Comisión Nacional de Buenas Practicas Agrícolas, 2008).

Las Buenas Practicas Agrícolas o BPA son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas aplicadas en diferentes etapas de la producción agrícola, que involucran el manejo integrado del cultivo (MIC) y el manejo integrado de plagas (MIP), garantizando productos de elevada calidad e inocuidad con un mínimo de impacto ambiental, además de asegurar el bienestar de los consumidores y trabajadores, todo enmarcado en una agricultura sustentable, documentable y evaluable (Jaramillo et al., 2007).

Hay que señalar que por ser un proceso voluntario, paulatino y conforme a las capacidades de cada productor, deben ser evaluadas y ajustadas constantemente según las exigencias, normativas, capacidades técnicas y económicas para poder cumplir con ellas, por lo que las convierte en una preocupación permanente del sector hortícola nacional (Comisión Nacional de Buenas Practicas Agrícolas, 2008).

Como se ha señalado las BPA involucran:

- Protección del medio ambiente: Procurar que los recursos involucrados en la producción agrícola se mantengan o mejoren en el tiempo para asegurar una condición mejor para las futuras generaciones.
- Bienestar y seguridad de los trabajadores: Esto se logra a través de la capacitación, cuidados laborales y de salud, además de las buenas condiciones de trabajo.
- Alimentos sanos: Los alimentos producidos dan garantía de estar aptos para el consumo, libres de contaminantes como residuos de agroquímicos, patógenos u otro material.
- Organización y participación de la comunidad: La gestión participativa ayuda al empoderamiento y construcción de redes sociales, fortaleciendo el uso de los recursos de manera sustentable.
- Comercio justo: Los productores organizados pueden lograr mejores negociaciones de sus productos.

Las BPA son un grupo de acciones que están constituidas por puntos de control como: Auditoria interna, registros y trazabilidad; manejo del cultivo; gestión del suelo y sustratos; protección de cultivos; riego; fertilización; cosecha y postcosecha; manejo de producto; gestión de residuos y contaminantes; salud; seguridad y bienestar laboral; medio ambiente y reclamaciones.

Según la obligatoriedad de los puntos de control pueden ser considerados “obligaciones mayores”, las que deben cumplirse en un 100% y las “obligaciones menores” en un 95%, por ultimo esta el grupo de las recomendaciones que no son obligatorias (Jana, 2008).

No debemos olvidar que en la implementación de BPA deben participar todos los involucrados en el proceso productivo, ya que el mayor desafío es la adopción de nuevas tecnologías productivas y cambio de actitudes en la forma de trabajo, que permita cumplir con los estándares internacionales (Jana, 2008).

Según la Comisión Nacional de Buenas Practicas Agrícolas (2008), Izquierdo y Rodríguez (2007), Parrado y Ubaque (2004), el grupo de acciones radica en algunos puntos a considerar tales como:

9.1. Auditoria interna, mantenimiento de registros y trazabilidad

En este punto, los registros son un aspecto clave, ya que permiten poseer la información de la trazabilidad y seguimiento de cada una de las actividades referidas al producto. Estos registros permitirán ante una disconformidad, descubrir en que momento se cometió el error y tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

Está conformada por:

- a) Auditoría interna: La cual corresponde realizarse por lo menos una vez al año, debe quedar documentada y cumplir con las recomendaciones realizadas.
- b) Conservación de registros: Obliga tener un historial de al menos dos años.
- c) Trazabilidad: A través de ella se integran los procesos, y se visualiza mejor el concepto de la calidad como un sistema integral. Para el caso de los agricultores, la información va desde la siembra a la cosecha o postcosecha (si esta última es realizada en el predio).

9.2. Manejo del cultivo

Involucra reglas básicas de inocuidad alimentaria, considerando el bienestar de los trabajadores y la protección del medio ambiente. Aquí se relacionan acciones como elección del terreno, variedad y semilla, rotación de cultivos, control de malezas, manejo de residuos, uso adecuado de herramientas y transplante, etc. Es recomendable realizar un manejo integrado en todo, es decir, reducir el uso de herbicidas y otros productos fitosanitarios, mantener libre de plantas muertas o que presenten algún síntoma de daño o enfermedad para evitar posibles focos de contaminación, no mantener animales en las áreas de cultivo, si son de trabajo, deberá existir un mecanismo de recolección de fecas, para evitar que contaminen el cultivo, no realizar quema de neumáticos para el control de heladas, entre otras prácticas.

9.3. Gestión del suelo y los sustratos

El manejo sustentable del recurso suelo implica conocer sus características y planificar su uso para prevenir el deterioro (por erosión, compactación, contaminación, etc.) y hacer un mejor aprovechamiento de éste para el cultivo. Se refiere a mapas de suelo, labores realizadas, medidas para evitar la compactación o erosión, desinfección del suelo y uso de sustratos. Conviene conocer los distintos tipos de suelo existentes en el predio, ya que esto permitirá realizar labores adecuadas para velar por la conservación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, además de planificar un programa adecuado de rotaciones de cultivo. También es recomendable darle un uso adecuado al descarte de la cosecha, ya sea incorporándolo al suelo lo más rápido posible, para su degradación o realizarle un tratamiento de compostaje.

9.4. Protección del cultivo

La base conceptual del sistema de protección del cultivo es la estrategia de un buen manejo de agroquímicos. Debe estar respaldada por un profesional para evitar su uso indebido, que pueda generar efectos no deseados al medio ambiente o poner en riesgo la salud de los trabajadores y consumidores.

En ésta sección deben existir elementos básicos de seguridad, equipos y registros de aplicación, plazos de seguridad, gestión del almacenamiento, manejo de productos fitosanitarios (envases vacíos, caducidad, excedentes de productos fitosanitarios) y análisis de residuos de productos.

No debemos olvidar que la aplicación de los productos fitosanitarios opera bajo un marco legal y de acuerdo a los requerimientos de los mercados de destino.

9.5. Riego

El agua es un recurso escaso y de gran valor, su conservación y buen uso permite obtener hortalizas inocuas, además de mantener condiciones de trabajo seguras desde el punto de vista sanitario. Esta sección se refiere al cálculo de las necesidades del cultivo, sistema de riego, calidad de agua y procedencia de la misma. Por esto, deben identificarse todas las fuentes de agua del predio, evaluar su calidad para poder destinarla a distintos usos (lavado, riego, bebida, etc.), monitorear las características químicas, físicas y microbiológicas, capacitar al personal para su uso adecuado, protegerla de fuentes de contaminación como animales, productos agroquímicos y residuos que puedan causar problemas; también es necesario realizar constantemente mantenimiento a todos los sistemas de riego existentes para evitar riesgos innecesarios.

9.6. Fertilización

La fertilización debe realizarse de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, ya sea total o por etapas, evitando las pérdidas o sobre utilización de fertilizantes que puedan producir contaminación al producto y al medio ambiente. Se debe tomar en cuenta las recomendaciones de cantidad y tipo de fertilizantes, llevar un registro de aplicación, tipo de maquinaria usada, lugar de almacenamiento y tipos de fertilizantes usados (inorgánicos y orgánicos), además de contar con personal capacitado y equipos en buenas condiciones.

9.7. Cosecha y postcosecha

Ésta sección está preocupada de las condiciones higiénicas del lugar de cosecha, del personal y de los elementos utilizados. Pone énfasis en el cuidado del manejo del producto, planificando y coordinando las diferentes labores tanto en el interior del predio como en el exterior (proveedores, compradores, etc.) Permite conservar el producto libre de patógenos, plagas, partículas de polvo u otros elementos extraños que deterioren su calidad y puedan afectar la salud de las personas. El personal que participa en la cosecha, transporte, embalaje, manejo de materiales y almacenamiento, debe estar capacitado en las labores que realiza y en las medidas de higiene respectivas.

9.8. Manejo del producto

Comprende los cuidados en la higiene del producto y del personal que lo manipula. Las precauciones en el lavado del producto, calidad del agua, insumos utilizados, instalaciones para su manejo, incluyendo su almacenamiento.

Esta dividida cuatro sub-secciones:

- a) La higiene en el manejo del producto: Relacionada con los procedimientos, la disponibilidad de servicios higiénicos y capacitación de los trabajadores.
- b) El agua: Involucra el suministro para el lavado, contempla análisis y tratamiento de ésta.
- c) Los tratamientos del producto: Cumplimiento de instrucciones, uso de insumos autorizados y operadores calificados.
- d) Instalaciones adecuadas: Deben permanecer limpias y tener un manejo apropiado de los insumos y residuos.

9.9. Gestión de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización)

La identificación y el manejo adecuado de los residuos generados en el predio permiten asegurar mejores condiciones de trabajo y minimizan los efectos ambientales adversos.

La utilización de plásticos en la agricultura ha generado algunos problemas, principalmente por las cantidades generadas, la falta de reutilización o reciclaje hace que estos no sean tratados debidamente (abandonándolos en el predio, mezclándolos en la labores culturales, quemándolos, etc.).

Esta sección está relacionada con la gestión de la calidad. La limpieza del predio de residuos indeseables, no sólo permite la identificación de éstos, sino que además establecer un plan de acción, ya sea para su erradicación o para prevenir posibles contaminaciones. La realización de un inventario de los tipos de residuos y agentes contaminantes, permite separarlos por tipo apoyando la acción del re-uso y el reciclaje cuando sea posible, además de limpieza de campos e instalaciones.

9.10. Salud, seguridad y bienestar laboral

Está relacionada con las personas vinculadas al predio, a quienes también se les denomina los clientes internos. Son ellos a quienes los administradores del predio están obligados a velar por su salud, su seguridad y brindarle el bienestar que les corresponde como personas.

La importancia de la aplicación de medidas de higiene en el predio es que permite resguardar la inocuidad del producto y la salud de los trabajadores. Todo el personal debe estar en conocimiento de las medidas de higiene, y el significado de las señaléticas establecidas para el predio. Se deben evaluar los riesgos, capacitar al personal, disponer de instalaciones, equipamientos y procedimientos en caso de accidentes, manejo de productos fitosanitarios, ropa y equipo, procedimientos en caso de accidentes, bienestar laboral y seguridad para las visitas.

9.11. Medio ambiente

Mediante el cuidado del ambiente se busca reducir la contaminación, conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales. El uso irracional de productos químicos ha favorecido la contaminación de los suelos y aguas. La acumulación de residuos puede producir pérdidas en la biodiversidad e intoxicaciones en los seres humanos.

Esta sección consta de tres sub-secciones:

- a) Impacto ambiental: Evaluación, y participación en las mejoras ambientales.
- b) Conservación del medio ambiente: Expresado a través de un Plan de Conservación, con políticas y acciones de mejora.
- c) Reutilización de áreas improductivas: Su identificación, evaluación, plan de conversión y mejoras.

9.12. Reclamos

En ésta sección el agricultor debe estar preparado para medir, consultar y obtener la conformidad o inconformidad de sus clientes de tal forma que pueda ejercerse mejoras continuas en el proceso.

Los registros deben comprender los siguientes puntos:

- a) Disponibilidad de un Documento de Conformidad o Reclamo: Este debe estar relacionado con las BPA y el producto sobre el cual se consulta, esto implica que el documento este visible y sea de fácil acceso.
- b) En relación con la atención de los reclamos: registro, evaluación y toma de acciones correctoras.
- c) La documentación que sustentan las respuestas.
- d) Las necesidades de atención para mejorar.
- e) La programación de acciones para superarlas.

La implementación de las BPA por parte de los agricultores es un proceso lento que necesita de una difusión continua para lograr cambios de actitud, ya que la aplicación de estos principios incide en los diferentes factores productivos y sociales que interactúan dentro de un territorio, contribuyendo al mejoramiento de la competitividad de las cadenas agroproductivas circunscritas a éste (Soto et al, 2005).

Por lo que fomentar una agricultura de calidad, que contribuya al fortalecimiento de las cadenas agroproductivas y sus interrelaciones en el marco de las exigencias sanitarias y fitosanitarias de los mercados nacionales e internacionales, se hace cada vez más importante, ya que permitiría mejorar la competitividad y rentabilidad del cultivo, todo enmarcado en la sostenibilidad económica, social y ambiental.

9.10. Referencias

Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338 p.

Altieri, M. 2001. Biotecnología agrícola: Mitos, Riesgos Ambientales y Alternativas. Universidad de California, Berkeley. Oakland, California. 37p.

Comisión Nacional de Buenas Practicas agrícolas. 2008. Especificaciones técnicas de Buenas Prácticas Agrícolas – cultivo de hortalizas.

Disponible en:

http://www.buenaspracticass.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=120. Consultado en: marzo de 2009.

Entrenamiento y desarrollo de agricultores (EDA), 2007. Los rendimientos de los productores de melón aumentan significativamente con el enfoque de EDA, MCA Honduras. Disponible en:

http://www.hondurasag.org/success_stories/07_03_EDA_SS_Gina_Bonilla_ESP.pdf.

Consultado en: junio 2009.

Izquierdo, J., Rodríguez, M y Durán, M. 2007. Manual de Buenas Practicas Agrícolas para agricultura familiar. Antioquia, Colombia. 60 p.

Jana A, C. 2008. Buenas Practicas Agrícolas: Mejorando la calidad e inocuidad de los productos agrícolas. Revista Tierra Adentro, N° 82, dic. Páginas 26 - 28.

Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. 2007. Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. CTP Print. Medellín, Colombia. 315 p.

Oberti, A., Moccia, S. y Chiesa, A. 2007. Hacia una agricultura sustentable: sistema de producción e indicadores. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecología. Revista Brasileña de Agroecología, 2(1):1288-1291.

Parrado, C. y Ubaque, H. 2004. Buenas Prácticas Agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogota, Colombia. 35 p.

Sarandón S. J. 2000. La Agricultura sustentable. Jornada de Actualización sobre Manejo Integrado de Plagas en Horticultura. EEA-INTA San Pedro, pp. 2-9.

Soto, E; Ludeña, A. 2005. Promoción de las buenas prácticas agrícolas-BPA para su aplicación a nivel nacional (lecciones aprendidas). IICA, Lima, Perú. 33 p. Disponible en: www.iica.int. Consultado en: junio 2009.

10. COSECHA Y POSCOSECHA DE MELÓN Y SANDIA

Víctor H. Escalona C.

10.1. Índices de madurez

La madurez de cosecha es clave para lograr una vida útil prolongada con frutos maduros de buena calidad. El índice de cosecha para estas frutas varía según la variedad, es así como en melón cantaloupe deben presentar un color superficial verde-amarillo, un reticulado bien desarrollado y la formación de la zona de abscisión en el pedicelo. En el caso de melones tuna los estados de desarrollo y madurez se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estado de desarrollo y madurez de melón tuna.

Estado	Características	Etileno interno (ppm)	Firmeza pulpa (kgf)	Sólidos solubles (%)
0. Inmaduro	Color externo verdoso; piel vellosa; sin aroma; se cosecha por equivocación.	-	-	-
1. Estado verde maduro	Color externo blanco con aspecto verdoso; piel ligeramente vellosa; sin aroma; el fruto se raja cuando se corta, la pulpa es crujiente; madurez mínima de cosecha comercial (>10% SST).	0,8	3,1	10
2. Estado semimaduro	Color externo blanco con ligeramente verde; piel no vellosa, algo cerosa; aroma ligero; el fruto se raja cuando se corta, pulpa crujiente, cosecha para mercados distantes o para conservación.	5,2	2,1	11-12
3. Maduro	Color externo blanco cremoso a amarillo pálido, piel cerosa, aroma notable; el pedúnculo puede comenzar a separarse de la fruta; pulpa firme, el fruto no se raja cuando se le corta; cosecha para mercado local.	27,1	1,5	12-14
4. Sobremaduro	Color externo amarillo; blando en el extremo floral, muy aromático; el fruto se separa del pedúnculo; pulpa blanda, de apariencia algo acuosa.	29,4	1,1	14-15

Fuente: Adaptado de Kader (2002).

10.2. Cosecha

Estos frutos se cosechan a mano, ya que poseen cáscara tierna que se daña fácilmente durante la cosecha y el acondicionamiento. Por tanto todas las operaciones de manejo deben realizarse cuidadosamente para prevenir daños en la cáscara y pérdida de la calidad visual de la fruta, mayor deshidratación y de podredumbres. Para reducir estos daños físicos es fundamental minimizar el manipuleo de los frutos durante su manejo.

Durante la cosecha se pueden utilizar bandas transportadoras que recojan el producto. En Norteamérica los melones cantaloupe pueden cosecharse en sacos de arpillera y luego se depositan a granel dentro de contenedores, aunque también se embalan directamente en campo para minimizar el daño mecánico. Aquellas variedades de melones y sandías muy susceptibles al daño pueden envasarse en campo o se transportan en contenedores de baja capacidad como cajas de plástico o bins para evitar las presiones entre los frutos (Figura 1).



Figura 1. Recolección manual de sandías (Murcia, España).

La cosecha de melón cantaloupe podría realizarse durante horas de la noche o al amanecer, así las frutas están con su más baja temperatura. La ventaja de ésta práctica es reducir el tiempo y el costo del enfriamiento de los productos y puede dar como resultado un enfriamiento mejor y más uniforme. En Chile la mayoría de las hortalizas no se enfría y menos se embalan en un sistema de envase adecuado lo que reduce enormemente su vida útil y calidad frente al consumidor. Esta falta de tecnología obliga a comercializar los productos en ferias mayoristas y granel alcanzando bajos precios y grandes pérdidas de postcosecha.

10.3. Envasado en campo

Las operaciones de selección, clasificación, envasado y paletizado se llevan a cabo en el mismo campo, minimizando la manipulación de los frutos. Las frutas se colocan en contenedores plásticos para ser directamente envasadas. Esto reduce los daños en la fruta sobre el reticulado en melones cantaloupe y la pérdida de firmeza de la pulpa y aumenta el rendimiento en el número de cajas envasadas disminuyendo los costos de envasado. Al reducirse los golpes debido a daños por vaciados y caídas se disminuye el problema de cavidad suelta en donde las semillas se separan de la pared del pericarpio.

La desventaja de este sistema está asociada a una mayor inspección de la fruta para asegurar su calidad inicial y a la dificultad de mantener la limpieza. Otro aspecto que debe ser considerado es la necesidad de transportar frecuentemente lotes pequeños de producto envasado para ser enfriados y así minimizar las pérdidas de peso por deshidratación y otros daños.

En Norteamérica y Europa las unidades móviles de embalado se llevan por los distintos cuarteles para cosechar los frutos maduros en planta (melones cantaloupe y tuna). Los costos de manejo y la manipulación del producto son menores que en un “packing” o central.

10.4. Envasado

El envasado en forma centralizada da como resultado productos con una calidad más uniforme. Habitualmente los frutos se cosechan en un contenedor pequeño y se trasladan a uno más grande o 'bin', el cual se vacía sobre la línea de selección (Figura 2).



Figura 2. Selección y envasado de sandías en “packing”.

Los camiones que transportan la fruta desde el campo deben estacionarse en áreas techadas para evitar que el producto se caliente o se queme por el sol. Los productos pueden descargarse manualmente, en seco en una plataforma inclinada y acolchonada o en bandas transportadoras, o descargarse en tanques con agua corriente (clorada y limpia) para reducir daños físicos. Esta operación puede tener dos tanques separados por un sistema de aspersion de agua limpia para mejorar la sanidad del producto.

10.5. Selección y clasificación

En Chile los frutos se separan manualmente por tamaño pagándose más por aquellos más grandes tanto en ferias, mercados y supermercados. Sin embargo ésta forma de diferenciar por calidad es inadecuada porque no tiene relación con la calidad interna o externa de la fruta. Además cada vez los consumidores demandan frutos (en especial en el caso de sandías) de un tamaño mediano para facilitar su transporte y conservación doméstica. En otros mercados como el europeo los frutos se clasifican por tamaño eliminando aquellos fuera de norma de forma manual o mecánicamente en una banda pre-seleccionadora. El proceso de selección elimina los frutos de desecho, sobremaduros, con defectos, y se separan por color y estado de madurez. La clasificación de los frutos por tamaño puede realizarse manualmente (sandía), por clasificadores de rodillos divergentes (melones), o por clasificadores volumétricos (melón cantaloupe).

10.6. Encerado

El empleo de ceras comestibles reemplaza las ceras naturales perdidas durante el lavado – limpieza y reduce las pérdidas de peso por deshidratación mejorando la apariencia de los frutos. En combinación con la cera se pueden adicionar fungicidas para reducir podredumbres de postcosecha aunque ésta práctica debe ser indicada en el envase. En Norteamérica se enceran melones cantaloupe.

10.7. Embalado y paletizado

En nuestro país los melones y sandías se cargan directamente en camiones pequeños y así se comercializan directamente en centrales de abastecimientos, mercados y ferias públicas. Sin embargo, éstos frutos se podrían envasarse por piezas en cajas de cartón o en 'bins' a granel (Figura 3). En las operaciones con volúmenes grandes, las cajas embaladas pueden ser paletizadas para facilitar el transporte de las cargas.



Figura 3. Melones envasados en bolsas y cajas de cartón (izquierda) y sandías comercializadas en "bins" de cartón (derecha).

10.8. Enfriamiento

El enfriamiento por aire forzado puede ser utilizado para sandías y melones. Además éstas frutas podrían ser hidro-enfriadas antes o después del embalado empleando cajas de cartón enceradas u otros recipientes resistentes al agua.

Mientras mayor es el periodo desde la cosecha hasta el enfriamiento mayor es la pérdida de peso por deshidratación. Los ciclos del hidro-enfriamiento suelen ser demasiado cortos para reducir la temperatura de campo en periodos calurosos. Esta falta de enfriamiento se puede solucionar si el producto embalado se mantiene en cámaras de refrigeradas hasta alcanzar la temperatura recomendada antes del transporte.

En Norteamérica el enfriamiento con hielo en el envase y hielo-líquido se emplean en forma limitada para melones cantaloupe.

10.9. Almacenamiento y transporte

Las sandías y melones son susceptibles al daño por frío a temperaturas por debajo de la temperatura recomendada. El daño por frío es acumulativo y su severidad depende de la variedad, temperatura y la duración del almacenamiento. Los melones tuna presentan menor susceptibilidad a las a los daños por frío. Los frutos en estado de madurez 1 pueden almacenarse a 10°C mientras que los con un estado de madurez 3 entre 5 - 7°C (Cuadros 1 y 2).

Las temperaturas óptimas para un almacenamiento corto y/o transporte son:

- Melón tuna (madurando): entre 5 - 7,5°C.
- Sandías: entre 7 - 10°C por periodos cortos y 10 - 15°C por más de una semana.
- Melones cantaloupe: entre 2,5 - 5°C. El rango óptimo de humedad relativa es de 85-90% para melones excepto cantaloupe (90-95%).

El daño por frío es un problema serio en estas frutas y se agrava porque frecuentemente se transportan en pequeños volúmenes en cargas mixtas. Una opción para reducir la exposición a bajas temperaturas es el uso de coberturas de los palets para mantener una temperatura alrededor del producto ligeramente mayor. Otra alternativa práctica es minimizar el período de exposición.

10.10. Respuesta al etileno

La sandía es un fruto muy sensible a la exposición de etileno provocando un rápido ablandamiento y harinosidad de la pulpa junto con su separación de la cáscara. Por tanto, no deben transportarse sandía junto a melones cantaloupe y tuna, u otros frutos que produzcan cantidades altas de etileno.

Cuadro 2. Síntomas característicos causados por daño por frío en melones y sandías.

Producto	Síntomas
Melón cantaloupe	Es ligeramente sensible al daño por frío a temperaturas menores de 2°C por períodos largos; la superficie del fruto puede adquirir una coloración parda y presentar un mayor ataque por podredumbres después del almacenamiento.
Melones tuna y otros	Pierden su capacidad de madurar normalmente; zonas de apariencia acuosa; mayor susceptibilidad a podredumbres; superficie bronceada y sin brillo.
Sandía	Depresiones superficiales que se deshidratan rápidamente tras el almacenamiento; malos sabores; zonas internas de la piel parda y decolorada.

Fuente: adaptado de Hardenburg et al. (1986).

10.11. Atmósferas modificadas

Las atmósferas modificadas tienen un uso limitado en estos frutos aunque se ha practicado en envíos de melones a mercados lejanos vía contenedores marítimos. Para melones, las atmósferas recomendadas son 3 a 5% O₂ y 10 a 20% CO₂. El beneficio principal para envíos a mercados lejanos es el retraso de podredumbres en la cicatriz del pedúnculo y sobre la superficie junto con un retardo en el cambio de color externo y ablandamiento de la pulpa. Estos efectos positivos se deberían al uso dosis moderadas a altas de CO₂.

Los melones cantaloupe pueden envasarse en cajas de cartón con bolsas plásticas a las cuales se les practica un vacío mínimo antes de su cierre. El empleo de bolsas plásticas frena las pérdidas de agua, mantiene la firmeza de los melones y pueden éstos mantenerse en la bolsa hasta la comercialización. Los melones deben estar fríos antes de usar la técnica de bolsas en cajas.

11.12. Maduración de melones

Los melones tuna (estado de madurez 1 ó 2) y otros melones pueden tratarse con etileno por 24 horas para mejorar el aroma, inducir el ablandamiento de la pulpa y otros cambios asociados con la maduración. Sin embargo, el contenido de azúcar no aumenta con este tratamiento debido a que los melones no contienen reservas de almidón para su conversión a azúcares. Debido a que los melones cantaloupe y otros melones se cosechan parcialmente maduros y son productores de su propio etileno, un acondicionamiento con temperatura (15 a 20°C) sin etileno puede asegurar una buena calidad para el consumo. Los melones cantaloupe almacenados por 2 semanas

desarrollarán podredumbres rápidamente por lo que su venta debe ser rápida. En melones se han estudiado desde un punto de vista genético para frenar la producción de etileno y la actividad de las enzimas de la pared celular con el propósito de retardar la maduración.

10.13. Referencias

Hardenburg, R. E., Watada, A. E. y Wang, C. Y. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Agriculture Handbook, vol. 66, USDA, Agricultural Research Service.

Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops, third ed. Pub 3311, University of California.