Hortalizas
Manejo integral al alcance de todos

M. en F. Lucio Mondragón Sosa

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE

ICAMEX
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Hortalizas
Manejo integral al alcance de todos

Primera edición 2014
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX

DR © Gobierno del Estado de México
Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX

Tel. (01 722) 2 32 26 46
icamexdg@edomex.gob.mx

www.edomex.gob.mx/icamex

Hecho e Impreso en México

No. de autorización CE:207/C/046/14

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar a Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.

La distribución de esta obra es gratuita.

Contenido

Presentación 4

Clasificación de las hortalizas 6

Materia orgánica MO 17

Agua 20

Nutrimentos 22

Potasio (K) 24

Magnesio (Mg) 25

Boro (B) 25

Fierro (Fe) 26

Molibdeno (Mo) 26

Cloro (Cl) 27

Siembra, transporte, labores y cultivar recomendado 28

Agricultura bioamigable 30

Enfermedades 34

Manejo integrado de plagas, enfermedades y maleza 36

Comercialización 38

5 Introducción

10 Suelo

18 Desinfección del suelo

20 Clima

23 Fósforo (P)

24 Calcio (Ca)

25 Azufre (S)

26 Manganeso (Mn)

26 Zinc (Zn)

27 Cobre (Cu)

27 Níquel (Ni)

30 Agricultura protegida

31 Plagas

36 Maleza

38 Recolección

39 Bibliografía

Presentación

En el Estado de México, el crecimiento demográfico representa un reto día por día, de ser más competitivos, dinámicos y eficientes para producir más y mejores alimentos, a través de mejores tecnologías que permitan incrementar la producción, cuidar los recursos y el medio ambiente, para mejorar el nivel socioeconómico de los productores agropecuarios.

Los trabajos de investigación y capacitación agropecuaria en el Estado de México se realizan, desde hace más de 60 años, dos actividades sustantivas para el desarrollo agropecuario: la investigación y la capacitación agropecuaria, logrando la generación de tecnologías exitosas que han adoptado un sinnúmero de productores de la entidad. Asimismo, han participado otros institutos de investigación y de educación de manera individual o coordinada, con el desarrollo de nuevas tecnologías, que también se han transferido a los productores agropecuarios.

Para dar continuidad a la difusión y trasferencia de tecnología el ICAMEX, pone a disposición de productores agropecuarios y público en general el folleto del "Hortalizas manejo integral al alcance de todos" que permite transmitir conocimientos del cultivo, manejo y aprovechamiento de este extraordinario forraje. Este es uno de los trabajos de investigación, desarrollados en 2013 y 2014, con el fin de que se difundan para su uso y adaptación por productores agrícolas y pecuarios, con el propósito de que adopten nuevas tecnologías que les permitan mejorar la rentabilidad de sus actividades productivas, ser más competitivos a nivel nacional e internacional y solucionar la falta de forraje en el estiaje.

Introducción

Existen más de 120 especies de hortalizas que se usan en la alimentación humana, sin embargo, en el presente folleto solo se informara de las más comunes cultivadas en el Estado de México. El origen de los cultivos hortícolas se reconoce en los ocho regiones agro ecológicas, de la tierra: China Central (cebolla, col, brócoli, pepino y nabo); India (berenjena y apio); Asia Central (acelga, espinaca, zanahoria, chícharo, ajo y haba); Asia Menor (lechuga y rábano); Mediterráneo (apio, alcachofa, betabel, espárrago, cilantro y perejil); Etiopia (sandia, melón y okra); México (elote, camote, calabacita, jitomate, tomate, chile, nopal, jícama, ejote, chilacayote y chayote); América del Sur (papa). Los países con mayor producción de hortalizas son: China, India, Estados Unidos de América, Japón, Italia, España, Egipto, Francia, Brasil, Inglaterra, México, Corea, Nigeria.

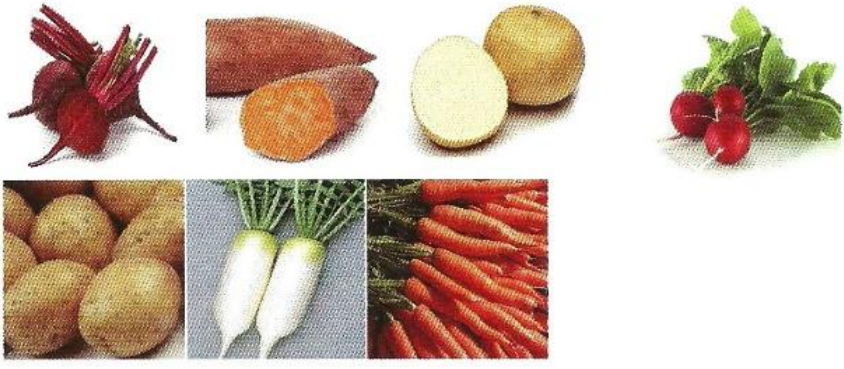
En México se siembran alrededor de 1, 000,000 de hectáreas de hortalizas principalmente en los Estados de Sinaloa, Sonora, Baja California, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Yucatán, Tabasco, Oaxaca, Veracruz. Para el Estado de México destacan los cultivos hortícolas de tomate en los municipios de Ixtlahuaca, Jocotitlan, Jiquipilco, Atlacomulco; papa en los municipios de Toluca, Calimaya, Zinacantepec, San Felipe del Progreso, San José del Rincón; haba en los municipios de Toluca, Metepec, Calimaya, Tenango del Valle, Amanalco, Santiago Tianquistenco, Xalatlaco; calabacita en los municipios de Coatepec Harinas, Texcoco, Zumpango, Atlacomulco, Toluca; elote en los municipios de Toluca, Calimaya, Tenango del Valle; nopal en los municipios de Atlacomulco, Aculco, Polotitlan; chícharo en los municipios de Toluca, Calimaya, Ocuilan; acelga, alcachofa, ajo, apio, betabel, berro, brócoli, cebolla, chayote, chilacayote, cilantro, col, coliflor, espinaca, huazontle, quelite quintonil, quelite nabo, lechuga, nabo, perejil, poro, rábano, romerito, zanahoria en el municipio de Tenango del Valle y en la mayoría de los municipios; jitomate, pepinos, chiles, berenjena, espárrago, ejote, melón, sandia, jícama en los municipios de Coatepec Harinas, Tontico, Tejupilco, Luvianos. También bajo la agricultura protegida se siembra principalmente jitomate, pimientos, pepinos, chile manzano en los municipios de Jocotitlan, Coatepec Harinas, Acambay, Aculco, Jilotepec, Timilpan, Atlacomulco, Villa de Allende y la mayoría de los municipios del Estado de México.

El 95.6% de las hortalizas se cultivan en aéreas de riego. El 80.0% de lo cosechado se destina para satisfacer las necesidades de consumo interno y el 20.0% restante, se exporta. La siembra de hortalizas se realiza prácticamente en todos los municipios del Estado de México.

Clasificación de las hortalizas

A) De acuerdo con la parte comestible.

1. **Hortalizas de raíces carnosas:** betabel, camote, jícama, nabo, rábano, papa y zanahoria.



2. **Hortalizas de hojas:** acelga, apio, berro, cilantro, col, espinaca, epazote, lechuga, perejil, nabo, quelite quintonil, romerito y verdolaga.

3.- **Hortalizas de frutos:** berenjena, calabacita, chayote, chilacayote, chile, pimiento, fresa, jitomate, melón, pepino, sandía, tomate y xoconostle.

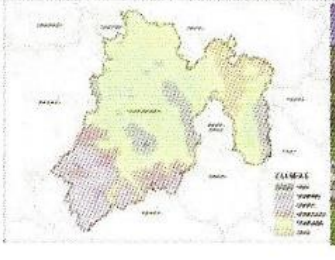
4.- **Hortalizas de bulbos:** ajo, cebolla, charlottey poro.

5. **Hortalizas de flores:** alcachofa, brócoli, coliflor y huazontle.

6. **Hortalizas de semillas:** chícharo, ejote, elote, okra, y haba.

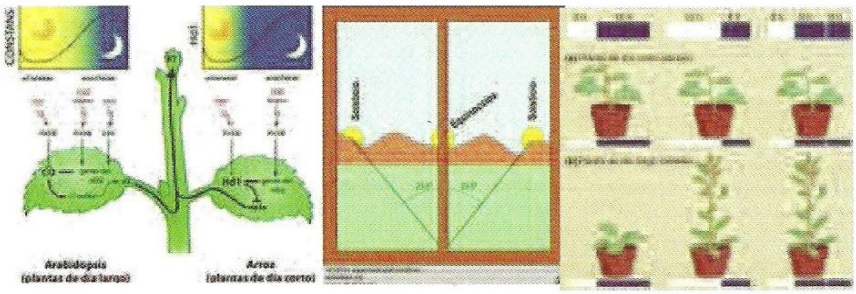
7. **Hortalizas de tallos:** espárrago y nopalito.

B) De acuerdo con su comportamiento a la temperatura.



1. **Hortalizas de clima frío:** (mínima: 0°C, óptima: 14°C máxima: 18°C): acelga, ajo, brócoli, cebolla, cilantro, charlotte, col, coliflor, epazote, espárrago, espinaca, lechuga, nabo, perejil, poro y rábano.
2. **Hortalizas de clima templado:** (mínima: 6°C, optima: 20°C, máxima: 24°C): alcachofa, apio, berro, betabel, calabacita, chayote, chilacayote, ejote, elote, huazontle, nopalito, papa, quelite nabo, quelite quintonil, romerito, tomate, xoconostle y zanahoria.
3. **Hortalizas de clima cálido** (mínima: 12°C, optima: 24°C, máxima: 30°C): berenjena, camote, chile, jícama, fresa, jitomate, melón, okra, pepino y sandía.

C) De acuerdo con la respuesta al foto periodo.



1. **Hortalizas de foto periodo largo**: Las que necesitan lapsos de luz superiores a 14 horas, es decir, días largos: espinaca, zanahoria.
2. **Hortalizas de foto periodo cortó**: Las que requieren de 10 o menos horas de luz, es decir, días cortos: papa.
3. **Hortalizas de foto periodo indiferente**: La floración no está influenciada por la duración de las horas de luz: berenjena, chile, jitomate.

En el cuadro siguiente se indican las hortalizas más cultivadas en México.

COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	GENOTIPOS
Acelga	*Beta vulgaris* L.	Chenopodiceae	Verde de rotación, Multicolor
Ajo	*Allium sativum* L.	Amaryllidacea	Blanco, Morado, Gigante, Mini
Alcachofa	*Cynara scolymus* L.	Compositae	Opal, Concertó, Tempo, Madrigal
Apio	*Apium graveolens* L.	Umbelliferae	Verdes, Apio nabo, Apio rábano
Berenjena	*Solanum melongena* L.	Solanaceae	Negra, Purpura, Larga, Redonda
Berros	*Nasturtium officinale*	Cruciferae	Mastuerzo, De agua, Coclearia
Betabel	*Beta vulgaris* L.	Chenopodiceae	Redondo, Largo, Intermedio
Brócoli	*Brassica oleracea* L.	Cruciferae	Verde, Azul, Rosada
Calabacita	*Cucurbita pepo* L.	Cucurbitaceae	Italiana, Redonda
Camote	*Ipomoea batatas* L.	Convolvulaceae	Amarillo, Morado
Cebolla	*Allium cepa* L.	Amaryllidaceae	Blanca, Morada
Charlotte	*Allium ascalonicum* L.	Amaryllidaceae	Blanco, Morado
Chayote	*Sechium edule* L.	Cucurbitaceae	Espinoso, Liso
Chícharo	*Pisum sativum* L.	Leguminosae	Liso, Arrugado
Chilacayote	*Cucurbita ficifolia* Bouché	Cucurbitaceae	Espinoso, Liso
Chile	*Capsicum annuum* L.	Solanaceae	Picosos y Dulces
Cilantro	*Coriandrum sativum* L.	Umbelliferae	Rastreros, Trepadores
Col	*Brassica oleracea* L.	Cruciferae	Copenague, Bruselas
Coliflor	*Brassica oleracea* L.	Cruciferae	Blanca, Amarilla, Morada
Ejote	*Phaseolus vulgaris* L.	Leguminosae	Francés, Chino
Elote	*Zea mays* L.	Graminae	Cacahuacintle, Amarillos, Pintos
Epazote	*Chenopodium ambrosoides* L.	Chenopodiceae	Verde, Rojizo
Espárrago	*Asparagus officinalis* L.	Liaceae	Verde, Blanco
Espinaca	*Spinacea oleracea* L.	Chenopodiceae	Lisa, Arrugada
Fresa	*Fragaria mexicana* L.	Rosaceae	Fresa, Fresón
Garbanzo	*Cicer arietinum* L.	Leguminosae	Liso, Arrugado
Haba	*Vica faba* L.	Leguminosae	Minor, Equina, Major
Huazontle	*Chenopodium bonuus* L.	Chenopodiceae	Morado, Blanco, Rojizo
Jícama	*Pachyrhizus erosus* L.	Leguminosae	De agua, De leche
Jitomate	*Solanum Lycopersicon* L.	Solanaceae	Bola, Saladette, Cherry, Cereza,
Lechuga	*Lactuca sativa* L.	Compositae	Romana, Bola, Iceberth, Orejona
Melón	*Cucumis melo* L.	Cucurbitaceae	Galia, Piel de sapo, Amarillo
Nabo	*Brassica napus* L.	Cruciferae	Bola de nieve, Japones
Nopal verdura	*Opuntia ficus-indica* L.	Cactaceae	Milpalta, Atlixco
Okra	*Hibiscus esculentus* L.	Malvaceae	Clemson, Lee, Blondy
Pak choi	*Brassica rapa* L.	Cruciferae	Chinenesis, Pekinensis,
Papa	*Solanum tuberosum* L.	Solanaceae	Blancas, Rojas, Rositas,
Pápalo quelite	*Porophylum ruderade* D. C.	Compositae	Morado, Blanco
Perejil	*Petroselinum crispum* Mill.	Umbelliferae	Plano, Rizado
Pepino	*Cucumis sativus* L.	Cucurbitaceae	Slicer, Pepinocarpio, Largo, Corto
Poro	*Allium porrum* L.	Amaryllidaceae	Largos, Semilargos
Rábano	*Rhaganus sativus* L.	Cruciferae	Largo, Redondo, Rojo, Blanco
Romerito	*Suaeda torreyina* S. Waston	Chenopodiceae	Xochimilco, Tlahuac
Quelite nabo	*Brassica campestris* L.	Cruciferae	Dulces, Semidulces
Quelite quintonil	*Chenopodium album* L.	Chenopodiceae	Cochino, Blanco
Sandía	*Citrullus lanatus* Thunb.	Cucurbitaceae	Larga, Mini, Charleston, Japonesa
Tomate	*Physalis ixocarpa* Brot.	Solanaceae	Verde, Amanzanado, Tomatillo,
Verdolaga	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	Flor de seda, Lengua de gato
Xoconostle	*Opuntia ixocarpa* Web.	Cactaceae	Cuaresmeño, Blanco
Zanahoria	*Dancus carota* L.	Umbelliferae	Naranja, amarillas, Purpura, Rojas

Principales hortalizas cultivadas en México según Lucio Mondragón Sosa LMS, octubre de 2013

Suelo

Es el medio para el desarrollo de las raíces que constituye a la vez el soporte de la planta, tiene agua y nutrimentos para aporte de la planta, así como aire para el intercambio gaseoso de las raíces. También actúa como amortiguador (buffer) en las reacciones químicas que ahí se llevan a cabo.

Preparación del suelo

La preparación del suelo tiene como objetivo fundamental, preparar una excelente cama de siembra, por tanto, es la base inicial para obtener éxito, esta se debe realizar inmediatamente después de haber cosechado el cultivo anterior, incorporando el 100 % de los residuos del mismo, en lo posible triturar y asperjar con algún fertilizante nitrogenado antes de enterrar dichos residuos, para que el proceso de descomposición sea más rápido, una recomendación es aplicar 100.0 kg de sulfato de amonio en 400.0 L de agua, para asperjar los residuos de la cosecha.

Efectuar la preparación del suelo con subsuelo, rastra y cultipaquers, es decir, realizar una labranza vertical a la profundidad que requiera el cultivo. Cultivos hortícolas de arraigamiento superficial 60 cm. ajo, apio, berro, brócoli, cebolla, chalota, chícharo, cilantro, col, coliflor, espinaca, lechuga, ejote, elote, okra, pac choi, pápalo quelite, papa, perejil, quelite quintonil, rábano, romerito, verdolaga; cultivos hortícolas de arraigamiento medio de 60.0 cm. a 120.0 cm. acelga, berenjena, betabel, calabacita, chayote, chilacayote, chile, garbanzo, haba, huazontle, jícama, fresa, nabo, pepino, pimiento, poro, quelite, nabo, tomate, zanahoria; cultivos hortícolas de arraigamiento profundo más de 120.0 cm. alcachofa, camote, esparrago, melón, nopal verdura, sandia, jitomate, xoconostle. Esto nos garantiza el mejoramiento de la fertilidad física, química y biológica.

El suelo está constituido por una parte sólida que puede ser mineral o bien materia orgánica o una combinación de ambos y otra parte de espacios libres que serán ocupados por aire y agua dependiendo del punto en que se encuentre el suelo, el cual puede ser punto de saturación, capacidad de campo y punto de marchites permanente o bien un punto intermedio entre estos.

Punto de saturación del suelo

Es cuando el suelo está mojado hasta llenar por completo de agua todos sus espacios porosos, tanto macro poros como micro poros y por tanto no contiene aire, el suelo está saturado de agua.

Capacidad de campo

Es cuando el **agua gravitacional** se drena, siendo remplazada por aire en los espacios porosos grandes (macro poros) y cuando todos los espacios porosos pequeños (micro poros) que pueden retener **agua capilar** en contra de la gravedad y están completamente llenos, el suelo está en su punto.

Punto de marchites permanente

Cuando el **agua capilar** empieza a ser absorbida por las plantas y una parte se pierde por el proceso de transpiración a través de las hojas. También se pierde por una gran evaporación a través de la superficie del suelo, todo esto continúa hasta un punto en el que las partículas del suelo se quedan sólo con el **agua higroscópica**, y todos los espacios porosos están llenos de aire llegando al punto de marchites, el cual si se prolonga por más tiempo, provocará que aunque se riegue el suelo, las plantas no se recuperarán y morirán por haber alcanzado el **punto de marchites** permanente.

Las hortalizas nunca deben estar en suelos saturados o con punto de marchites permanente, ni mojados, ni secos; los cultivos siempre deben estar en suelos a capacidad de campo, en tierra en su punto, donde tierra, agua y aire tienen un balance óptimo.

El material inorgánico (mineral) está normalmente compuesto por pequeños fragmentos de rocas intemperizadas de minerales de varios tipos y tamaños, los cuales determinan las características más importantes de los suelos: textura, porosidad, estructura, densidad.

La materia orgánica es la acumulación de residuos animales y vegetales parcialmente descompuestos y parcialmente sintetizados, este material está continuamente siendo descompuesto como resultado del trabajo de los microorganismos del suelo. La presencia de materia orgánica en el suelo le proporciona características deseables como buena estructura, buena textura, excelente porosidad, mayor retención de agua, aportación de nutrimentos, alta capacidad de intercambio catíonico y alta capacidad de amortiguamiento o capacidad búfer, donde las reacciones químicas se realizan sin causar problemas al cultivo hasta cierto nivel.

En el suelo, tierra o sustrato siempre hay formación de **un estado coloidal**, que se refiere a un sistema de dos fases, en el cual un material o materiales finamente divididos están dispersos en suspensión en otro material

En un suelo la parte más activa es la coloidal, existiendo normalmente una mezcla íntima de coloides orgánicos e inorgánicos simultáneamente como minerales de varios tipos representados por los coloides de arcilla y los orgánicos representados por el humus, que a su vez, está compuesto por los **ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.**

El humus tiene una organización coloidal similar al coloide de una arcilla, una partícula cargada negativamente está rodeada de un enjambre de cationes absorbidos a ella. Las reacciones químicas de estos cationes son esencialmente las mismas cuando se encuentran absorbidos por el coloide de arcilla o por el humus. El coloide de humus está compuesto básicamente por carbono, hidrogeno y oxígeno, mientras que el coloide de arcillas está compuesto por aluminio, silicio y oxigeno. La capacidad de intercambio catiónico del humus excede considerablemente al mejor coloide mineral, la vermiculita. El humus no es tan estable como el coloide mineral, por tanto es más dinámico, su formación y destrucción es más rápida que la del coloide de arcilla.

Ahora bien el agua y el aire se encuentran en los espacios porosos del sustrato, como se vio anteriormente cuando todos los espacios porosos están llenos de agua tenemos el punto de saturación y cuando el agua gravitacional se drena los espacios de los macro poros se llenan de aire y es cuando el sustrato está a la capacidad de campo, que es la situación óptima para la planta en cuanto a riego y nutrición se refiere. La humedad relativa del aire del suelo es mayor que la del aire de la atmósfera. También el contenido de bióxido de carbono es mayor y el de oxígeno menor, por tanto, una aireación pobre del suelo provoca menor crecimiento de las plantas, particularmente de las raíces, disminuye la absorción de agua, disminuye la absorción de nutrimentos, se favorece la formación de algunos compuestos inorgánicos tóxicos y se promueve el desarrollo de microorganismos patógenos.

Las propiedades físicas del suelo son: textura, estructura, porosidad, y densidad.

Textura

Es la proporción en que se encuentran en el suelo las partículas de diferente tamaño arcilla, limo y arena. Un buen sustrato tiene partículas de todos los tamaños en igual proporción, ya que cada una aporta un beneficio. La arcilla ayuda a la retención de agua y nutrimentos, el limo le da un buen cuerpo al suelo, el arena mejora la aireación y el drenaje del mismo.

Estructura

Es la forma en que se agrupan las partículas del suelo, a un grupo de partículas se le denomina agregado, pudiendo ser este laminar, cuando las partículas están acomodadas en forma de láminas. Prismático, cuando se acomodan en forma de prisma. Bloque, cuando se acomodan en forma de bloque. Esferoidal, cuando se acomodan en forma de esfera.

Porosidad

Es la cantidad de macro poros y micro poros del sustrato, en los primeros se almacena el aire y en los segundos se almacena el agua capilar que es utilizada por las plantas. Un buen suelo debe contener un 50% o más de porosidad total, del cual por lo menos una tercera parte debe estar constituida por macro poros que se drenan inmediatamente después de un riego pesado, llenándose de aire para un adecuado intercambio gaseoso de las raíces. La porosidad y capacidad de retención de agua del sustrato es en la característica más importante del mismo, por tanto una manera muy simple de medirla es la siguiente:

1. Llene un recipiente o contenedor de suelo seco, preferentemente de una capacidad o volumen de 10 litros.
2. Agregue agua y mídala hasta el punto de saturación, esa cantidad es el tamaño o porcentaje de los espacios porosos, macro y micro poros, es la porosidad que para el caso de las hortalizas debe ser del 70% o más, el suelo debe absorber 7.0 litros o más en un volumen de 10.0 litros.
3. Drene el agua gravitacional por 15 minutos y mídala, esa cantidad o volumen es el tamaño o porcentaje de los macro poros, y por tanto la cantidad o porcentaje de aire, que para el caso del cultivo de hortalizas deberá ser del 35% o más 3.5 litros o más. La diferencia de el agua total, es la cantidad o porcentaje de micro poros que estarán llenos de agua capilar que representa la cantidad o porcentaje de retención de agua, que para este cultivo deberá ser del 35% es decir 3.5 litros, como mínimo del espacio total o volumen que en este ejemplo es de 10.0 litros.
4. Se deduce, por tanto, que la cantidad o volumen de sólidos en el sustrato es del 30% o sea 3.0 litros, como máximo.

Un suelo universal debe contener 50% de sólidos y un 50% de espacios porosos en donde un 25% son macro poros que se llenarán de aire, y por tanto, se tendrá 25% de aire y un 25% de micro poros o tubos capilares que contendrán agua capilar que es la que utilizan las plantas, y por tanto representa un 25% de agua. Para el caso del cultivo de hortalizas el espacio poroso deberá ser de 70% al 94%, 35% para el aire y 35% para el agua capilary sólo un 30% de sólidos del sustrato o bien, 42% para el aire y 42% para el agua capilary sólo un 6% de sólidos del sustrato como es el caso de la fibra de coco y lana de roca.

Densidad

Es el peso por unidad de volumen que se expresa en g/cm3 entre mayor sea la densidad, más pesado es el suelo y menor su espacio poroso. Se debe buscar sustratos con densidad intermedia, ya que los sustrato con alta densidad provoca que el contenedor, maceta o bolsa pese demasiado, por otra parte, el sustrato con densidad muy baja provoca que se caiga el contenedor con la planta por efecto del viento.

Hasta aquí el suelo es el medio físico, en el que se sostiene y desarrolla el sistema radicular de las hortalizas y de donde satisfacen sus necesidades de agua y nutrimentos, sustancias indispensables para su crecimiento y producción.

Las diversas especies de hortalizas, crecen mejor en determinados tipos de suelo, pero en esta preferencia va implícito otro factor, la cantidad de humedad aprovechable que se encuentre en ese suelo, por tanto, son realmente pocos los suelos malos, cuando se dispone de agua de buena calidad y se sabe manejar.

Las propiedades químicas del suelo son: potencial de hidrógeno pH, porcentaje de saturación de bases PSB, materia orgánica MO, capacidad de intercambio catíonico CIC, y conductividad eléctrica CE.

pH del suelo

Es la medida de la cantidad de iones de Hidrogeno (H+) que hay en la solución del suelo. El valor está representado por el logaritmo inverso de la concentración de iones de hidrogeno.

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}$$

El rango es de 0 a 14. Un pH de 7.0 es **neutro** y significa que hay un balance entre los iones de Hidrogeno (H+) y los iones de Hidroxilo (OH-). Valores abajo de 7.0 indican que el suelo es **ácido** y hay predominio de los iones de l lidrogeno; entre más bajo sea el valor, más ácido es el suelo. Los valores arriba de 7.0 indican que el suelo es **alcalino**, con predominio de iones Hidroxilo. Debido a la relación logarítmica, cada unidad de pH representa un cambio de diez veces en la acides o alcalinidad. Por ejemplo, un suelo con pH de 5.0 es diez veces más ácido que uno con pH de 6.0 La acides o alcalinidad afectan la capacidad de las raíces de las plantas de absorber nutrimentos y agua. Con el tiempo, los fertilizantes y el agua cambian el pH del suelo. Si el pH no está en el rango óptimo de las plantas, algunos nutrimentos se bloquean en el suelo o algunos se vuelven tóxicos. También, algunos microorganismos benéficos no pueden sobreviviren condiciones extremadamente ácidas o alcalinas.

La forma en que determinado valor de pH afecta el desarrollo de las plantases la siguiente.

Con pH ácido

1. Por efecto directo del ion Hidrogeno (H+), el cual es tóxico en concentracioneselevadas.
2. Iones, como Fierro (Fe++), Manganeso (Mn++) y Aluminio (Al+++) aumentan su solubilidad, y por ende su concentración llegandoasertóxicos en pH de 5.0 o menos.
3. Iones, como Calcio (Ca++), Magnesio (Mg++) y el Molibdeno con su ion Molibdato (MoO4- -), reducen su solubilidad, provocando que aunque estén presentesen el sustrato, no estén disponibles paralas plantas.
4. Se reducela disponibilidaddelos nutrimentos Nitrógeno, es decir los iones Nitrato(NO3-) y Amonio (NH4+), Fósforo, o sea los iones Fosfato de ácido (H2PO4-), Fosfato mono ácido (HPO4- -) y Fosfato (PO4- - -), Potasio (K+), Calcio (Ca++), Azufre con su ion asimilable Sulfato (SO4- -), Magnesio (Mg++) y Molibdeno con su ion Molibdato (MoO4- -), iniciándose en el valor de pH de 5.8 hastareducirsecompletamenteen un valor de pH de 4.0.
5. Destacala baja disponibilidad de Fósforo debido a que los iones asimilables Fosfato de ácido (H2PO4-) y Fosfato mono ácido (HPO4- -) a valoresbajos de pH es decir de 5.0 hacia abajoestos iones formancompuestosinsolubles de Fierroy Aluminio.
6. También se destaca la baja disponibilidad de Calcio, Magnesio, Potasioy Molibdeno.
7. La acides es desfavorable para ciertos microorganismos que intervienenen los ciclos naturales del Nitrógeno y del Azufre, lo que causa deficiencias para las plantas de estos elementos nutrimentales. También el importante proceso de fijación simbióticadeNitrógeno seve afectado.

La acidezdel suelo es común cuando se tiene una elevadaproporción de materia orgánicay cuando el suelo se riegaconstantementeal lixiviarlas bases existentes o lavado del sustrato. Ambas condiciones provocan una alta concentración de iones de Hidrogeno (H+), en un sustrato hay dos tipos de acidez, la activa ocasionada por los iones hidrogeno y la de reservaocasionada por los iones de Aluminio (Al+++).

Para aumentar el pH del sustrato

1. Incorporar al sustratocal agrícola en dosis de 1.0 a 15.0 kg/m3 de suelo.
2. Incorporar al suelo cal dolomítica, cuando hay poco Magnesio en el suelo en dosis de 1.0 a 15.0 kg/m3 de sustrato.
3. Fertilizar con una fórmula de reacción alcalina.

Con pH neutro

La máxima disponibilidad de la mayoría de los nutrimentos se obtiene cuando el pH del sustrato se encuentra cercano a la neutralidad entre 6.5 y 6.8 e pH optimo para la mayoría de las plantas en un suelo que se encuentra en el rango de 5.8 a 7.5 para el caso del cultivo de hortalizas es un pH óptimo en un rango de 5.5 a 7.5.

Con pH alcalino

1. Por efecto directo del ion Hidroxilo (OH-), que en altas concentraciones en el sustrato es tóxico.

2.- Se afecta la disponibilidad de Fierro (Fe++), Zinc (Zn++), Cobre (Cu++), Manganeso (Mn++) y Boro con sus iones Borato (BO3+) y Tetra borato (B4O7- -).
3.- La disponibilidad de Fósforo se afecta a pH de 7.5 a 8.5 a mayor pH hay disponibilidad.
4.- La disponibilidad de Nitrógeno es decir Nitrato y Amonio es afectada a valores de pH mayores de 8.5.

La alcalinidad es la causa de la presencia de sales, especialmente de carbonatos y bicarbonatos de Calcio, Magnesio, y Sodio, generando un alto porcentaje de saturación de bases que ocasiona problemas de Salinidad y Sodicidad.

Salinidad

Es la cantidad de sales solubles en el sustrato, que reducen el potencial osmótico de la solución del sustrato reduciendo la disponibilidad de agua para las plantas, aún cuando el sustrato muestre un razonable nivel de humedad. Las sales provienen del agua de riego, de un manejo inadecuado del riego y la fertilización con sales minerales.

Se mide con los valores de la Conductividad Eléctrica del extracto de saturación (CEe) y se corrige con el lavado del sustrato.

Sodicidad

El Sodio (Na+) es un elemento nocivo para el suelo, ya que afecta la velocidad de difusión del Oxigeno así como la infiltración de agua. Un suelo con baja velocidad de infiltración y difusión de Oxigeno presenta graves problemas en la respiración de la raíz, actividad fisiológica básica para la absorción de nutrimentos. También cuando el nivel de Sodio en el suelo es alto se forma Carbonato y Bicarbonato de Sodio, lo cual produce un aumento en el valor del pH llegando hasta 10.0 en condiciones severas, afectando gravemente la disponibilidad de los elementos nutrimentales Fierro, Zinc y Manganeso. La Sodicidad se expresa con base en el porcentaje de Sodio intercambiable (PSI). También la relación de absorción de Sodio (RAS) es un índice que mide la acumulación de Sodio en la solución del sustrato. La Sodicidad se corrige aplicando yeso agrícola.

Para disminuir el pH del suelo

1. Incorporar materia orgánica al suelo.
2. Incorporar al suelo Azufre en dosis de 0.1 a 1.0 kg/m3 de suelo.
3. Incorporar al suelo Sulfato de Fierro en dosis de 0.2 a 2.0 kg/m3 de suelo.
4. Incorporar al suelo yeso agrícola en dosis de 1.0 a 10.0 kg/m3 de suelo.
5. Incorporar al suelo Sulfato de Aluminio en dosis de 0.1 11.0 kg/m3 de suelo.
6. Incorporar al agua de riego ácico fosfórico, ácido nítrico o ácido sulfúrico.
7. Fertilizar con formulas de reacción ácida.

Porcentaje de saturación de bases PSB.
A excepción del Hidrógeno (H+) y el Aluminio (Al+++), los demás cationes son llamados bases intercambiablesque neutralizan la acidez del suelo. A la proporción de la capacidadde intercambiocatíonico del suelo ocupado por esas bases se le llama porcentaje de saturación de bases PSB. Existe una alta correlaciónentre el PSB de un suelo y su pH. Conforme el PSB se reducecomo resultadode laperdidapor drenaje de Calcio(Ca++) y otros cationes,el pH disminuyeen la mismaproporción.

Materia orgánica MO

La materia orgánicadel suelo se asocia con la liberación del Nitrógeno, Fósforo y Azufre, en cuyos ciclos juega un papel muy importante, por otra parteel nivel de MO también se asociaa la disponibilidadde Fierro, Manganeso, Cobre y Zinc. La MO es la fuente de ácidos húmicos y fúlvicos que participanen la química del suelo y en la fisiología de la planta. Un suelo con altos niveles de MO tienen una alta capacidad amortiguadora o buffer, gran capacidad de retención de agua, buena capacidad de intercambio gaseoso, así como una alta capacidad de intercambiocatíonicopor lo quees donde sepuedenlograr los máximos rendimientos de las hortalizas.Se mide en %.

Capacidad de intercambio catíonico CIC

Es la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes. Los cationes intercambiablesse dividen en básicos y ácidos, los primeros son: Calcio (Ca++), Magnesio (Mg++), Sodio (Na+), Potasio (K+) y Amonio (NH4+), los segundos son: Aluminio (Al+++) e Hidrógeno (H+). Los cationes básicos son nutrimentos que la planta consume del sustrato al intercambiarlospor Hidrógeno (H+) proveniente del interior de la raíz. Las dos variables que controlan la capacidadde intercambio de cationes en el sustratoson el tipo y cantidadde arcillasy el contenido de MO humificada del mismo. El humus y la vermiculita son los que tienen mayor CIC. Se mideen meq/g.

Conductividad eléctrica CE

Es la habilidad de la solución del suelo para conducir la electricidad con base en la cantidad de iones suspendidos o disueltos en esa solución como solutos y mide el contenido de sales solubles en la misma, es decir la salinidad o bien la cantidad de sólidos disueltos y se expresa en mS/cm (milisiems por centímetro), el rango óptimo para el cultivo de hortalizas es de 1.0 a 3.0 mS/cm.

Siempre es de vital importancia partir del análisis de suelo y su interpretación, para su empleo en la producción de hortalizas.

Desinfeccion del suelo

Para eliminar posibles microorganismos patógenos, hongos y bacterias, nemátodos, insectos, semillas de malas hierbas y agentes infecciosos, que estén presentes en el suelo, por lo que éste se debe desinfectar.
La desinfección del suelo se puede realizar de tres maneras: por tratamiento físico, químico y por biológico.

Tratamiento físico

Este se hace a través de calor se calienta el suelo a 82° C con la aplicación de una capa de estiércol fresco de 10 a 20 centímetros y cubrirlo con plástico durante 21 días, donde el proceso de fermentación y el efecto del plástico con la solarización eliminan a los patógenos por la alta temperatura.

Tratamiento químico

Este se realiza con la aplicación de productos químicos dentro de los cuales podemos citar a los siguientes:

Basamid G del laboratorio BASF
El ingrediente activo de este producto es el Dazomet, se aplica a dosis 100g/m3 de suelo el cual debe estar húmedo a capacidad de campo y se tapa con plástico durante cinco días y después se destapa para que se airé bien. Esta labor se debe realizar 14 días antes del trasplante o siembra. Con este tratamiento se eliminan hongos, bacterias, nemátodos, insectos y semillas de maleza.

Bunema 55 GE L del laboratorio Buckman
El ingrediente activo de este producto el Metam Sodio se aplica a dosis de 10cc/L en el agua de riego 14 días antes del trasplante, se riega a capacidad de campo y se tapa con plástico durante cinco días y se destapa posteriormente para que se aire bien, se controlan hongos, bacterias, nematodos, insectos y semillas de maleza.

Vanodine L del laboratorio PFIZER
El ingrediente activo de este producto es un complejo de Yodo-nonilfonoxi-politixiu-etanol, más ácido fosfórico al 100% se aplica a dosis de 5cc/L en aspersión sobre el suelo extendido, es un fungicida, bactericida, nematicida, e insecticida. También con este producto se desinfecta la estructura y cubierta de invernadero así como las herramientas de trabajo, además se puede utilizar como tapete fitosanitario en la entrada del invernadero.

Tratamiento biológico

Este se realiza con la aplicación de productos biológicos, dentro de los cuales podemos citar a:

Pro suelo L del laboratorio BIO AGRO MEX

El ingrediente activo de este producto es el ácido NGDA se aplica a dosis de 6cc/L en agua de riego, el sustrato se riega a capacidad de campo, siete días antes del trasplante o bien siete días después del mismo. Elimina hongos, bacterias y nemátodos; funciona solo en suelos orgánicos o con suficiente materia orgánica.

En el cuadro siguiente se indican las necesidades y tolerancias de los cultivos hortícolas en cuanto a las propiedades del suelo.

Necesidades y tolerancias de las propiedades del suelo la profundidad de raíz y días a madurez comercial en condiciones óptimas para diversas hortaliz

Hortaliza	pH	Ce	Mo	Tipo de suelo	Acidez	Salinidad	Pr	Damc
Acelga	6.8	2.0	4.0	Arcillo arenosos	Ligera	Moderada	90	55-60
Ajo	6.0	1.8	3.0	Limosos	Moderada	Moderada	150	180-190
Alcachofa	7.0	2.8	3.0	Arcillo limosos	Ligera	Alta	150	180-210
Apio	6.8	2.0	3.0	Francos	Ligera	Moderada	60	120-130
Berenjena	6.0	2.0	4.0	Francos	Moderada	Moderada	90	90-100
Berros	7.0	1.0	4.0	Arcillo arenoso	Ligera	ligera	60	50-60
Betabel	6.5	3.0	3.5	Franco limosos	Moderada	Alta	90	60-70
Brócoli	6.6	1.9	5.0	Franco arenosos	Ligera	Moderada	60	70-90
Calabacita	6.0	2.0	6.0	Francos	Moderada	Moderada	100	32-42
Camote	6.5	1.0	3.0	Franco arenosos	Moderada	Ligera	160	120-150
Cebolla	6.5	1.5	3.5	Limo arenosos	Alta	Moderada	30	180-190
Charlotte	5.5	2.0	4.0	Limosos	Ligera	Ligera	150	180-190
Chayote	6.0	1.8	5.0	Francos	Moderada	Moderada	100	50-60
Chícharo	6.5	1.9	2.5	Francos	Moderada	Moderada	100	70-90
Chilacayote	6.3	1.7	5.0	Franco limosos	Moderada	Moderada	150	50-60
Chile	6.5	1.5	3.0	Limo arenosos	Alta	Moderada	90	90-120
Cilantro	6.5	2.0	4.0	Francos	Moderada	Moderada	60	50-60
Col	6.0	1.2	4.5	Francos	Moderada	Moderada	60	120-130
Coliflor	6.6	1.8	4.5	Franco limosas	Ligera	Moderada	60	80-90
Ejote	6.5	0.7	2.5	Franco arcillosas	Moderada	Ligera	100	52-60
Elote	6.5	1.1	3.0	Francos	Moderada	Ligera	150	100-120
Epazote	6.5	2.0	4.0	Franco arcillosos	Moderada	Ligera	80	60-70
Espárrago	7.0	3.0	3.0	Franco arcillosos	Ligera	Alta	300	730-095
Espinaca	6.8	3.0	3.0	Franco arcillosos	Ligera	Alta	60	50-60
Fresa	5.6	0.7	3.0	Arcillo limosos	Alta	Ligera	120	70-90
Garbanzo	7.5	1.0	2.5	Limo arcillosos	Nula	Ligera	100	70-90
Haba	7.0	2.0	3.0	Franco arenosos	Ligera	Moderada	100	120-150
Huazontle	6.3	2.0	4.0	Franco arcillosos	Moderada	Moderada	80	70-90
Jícama	6.5	2.2	3.0	Franco arenosos	Moderada	Moderada	120	90-100
Jitomate	6.7	3.0	4.0	Franco arenosos	Moderada	Alta	300	110-120
Lechuga	6.5	0.9	3.0	Francos	Ligera	Ligera	40	50-60
Melón	7.0	3.0	4.0	Franco arenosos	Ligera	Alta	180	100-120
Nabo	5.8	2.0	4.0	Franco arenosos	Alta	Moderado	90	50-60
Nopal verdura	6.0	3.0	6.0	Franco arenosos	Moderada	Alta	300	30-40
Okra	6.5	1.2	3.0	Francos	Ligera	Ligera	90	60-70
Pac choi	6.5	1.0	3.0	Franco limosas	Ligera	Ligera	50	60-80
Papa	5.5	1.8	3.0	Franco arenosos	Alta	Moderada	90	90-130
Pápalo quelite	6.0	2.5	3.5	Franco arcillosos	Moderada	Alta	50	50-60
Perejil	6.4	1.8	4.0	Francos	Moderada	Moderada	60	50-60
Pepino	6.0	3.0	4.5	Franco arenosos	Moderada	Alta	100	60-70
Poro	6.0	2.0	3.5	Franco arenosos	Moderada	Moderada	100	120-150
Rábano	6.0	1.5	3.0	Franco arenosos	Moderada	Moderada	40	25-35
Romerito	8.3	5.0	3.0	Franco limosos	Nula	Alta	60	50-60
Quelite nabo	6.0	2.0	4.5	Franco arcillosos	Moderada	Moderada	90	40-70
Quelite quintoni	6.5	2.5	5.0	Franco arcillosos	Ligera	Alta	40	30-40
Sandía	5.5	3.0	4.0	Franco arenosos	Alta	Alta	180	120-130
Tomate	6.5	1.7	4.0	Franco arcillosos	Moderada	Moderada	180	90-100
Verdolaga	6.5	1.8	4.5	Franco arcillosos	Ligera	Moderada	60	30-50
Xocoyostle	6.0	3.0	6.0	Franco arenosos	Moderada	Alta	300	120-130
Zanahoria	6.0	1.5	3.0	Franco arenosos	Moderada	Moderada	90	120-140

pH= Potencial de hidrogeno CE= Conductividad eléctrica (ms/cm) MO= Materia orgánica(%) PR= Profundidad de raíz (cm) DAMC= Días a madurez comercial (Días). LMS, 2013.

Agua

El agua de riego para las hortalizas siempre debe ser de calidad y libre de patógenos, por tanto, su CE debe ser menos de 0.75, pH de 6.5 a 8.3, Sodio menos de 3.0 meq/L, Cloro menos de 2.0 meq/L y Carbonatos menos de 1.0 meq/L. El manejo inadecuado del agua de riego es el peor enemigo de las hortalizas, el cultivo no debe tener limitaciones de agua para que las estomas permanezcan abiertas, a fin de que no se obstaculicen los procesos de la fotosíntesis y respiración y por lo tanto se obtenga mayor producción. La planta elimina los excedentes de agua, mediante evapotranspiración a través de los estomas de las hojas, los cuales deben permanecer abiertos, a fin de eliminar los excedentes de agua y calor, al mismo tiempo poder absorber bióxido de carbono atmosférico y eliminar oxigeno. El flujo de agua en el interior de la planta, sirve como mecanismo para distribuir los nutrimentos minerales y los compuestos ya elaborados. Entre más tiempo permanezcan abiertos los estomas durante el día, mayor serán las posibilidades de una fotosíntesis más efectiva y una transpiración adecuada que permite la absorción de agua y nutrimentos y elimina el exceso de agua y calor y se enfría. Las hortalizas siempre deben estar en suelos a capacidad de campo, el mejor sistema de riego para mantener el suelo en esa condición es el riego por goteo y capilaridad, si no se cuenta con éste, entonces se deben hacer surcos altos o camas meloneras y poder regar con riego rodado en el cajón del surco o cama melonera, donde el agua de riego subirá por capilaridad al lomo del surco o cama melonera manteniéndola a capacidad de campo. No es aconsejable establecer un calendario rígido de riegos, en virtud de que las necesidades de las plantas varían de acuerdo con su desarrollo y a las condiciones ambientales. Siempre es preferible dar riegos ligeros en periodos cortos de tiempo, que pesados y espaciados. Los suelos ligeros requieren riegos más frecuentes que los pesados y a medida que las plantas se desarrollan, sus requerimientos hídricos se incrementan. Siempre que se dude de la calidad del agua de riego, es necesario que se mande a analizar.

Clima

Clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. Por su temperatura el clima es caliente, templado y frío. Y por su humedad el clima es seco y húmedo. Para los cultivos hortícolas también es importante el foto periodo y la intensidad de la luz.

En el siguiente cuadro se indican los requerimientos óptimos para las hortalizas de los factores del clima.

Clima y condiciones óptimas para diversas hortalizas

Hortaliza	Clima	To	Tm	TM	Humedad	Fotoperiodo
Acelga	Frío	16	0	24	Moderada	Indiferente
Ajo	Templado	20	10	30	Ligera	Largo
Alcachofa	Templado	20	7	29	Moderada	Largo
Apio	Templado	17	10	24	Moderada	Indiferente
Berenjena	Caliente	25	18	30	Ligera	Largo
Berros	Templado	20	10	24	Alta	Indiferente
Betabel	Frío	16	5	24	Moderada	Indiferente
Brócoli	Frío	16	5	24	Alta	Indiferente
Calabacita	Templado	20	10	30	Alta	Largo
Camote	Caliente	25	12	30	Moderada	Corto
Cebolla	Templado	19	7	30	Moderada	Largo
Charlotte	Templado	20	10	30	Ligera	Largo
Chayote	Templado	20	10	30	Alta	Largo
Chícharo	Templado	17	7	24	Moderada	Corto
Chilacayote	Templado	20	10	30	Alta	Largo
Chile	Caliente	23	18	27	Ligera	Indiferente
Cilantro	Templado	18	8	28	Moderada	Corto
Col	Frió	16	5	24	Alta	Indiferente
Coliflor	Frió	16	9	24	Moderada	Indiferente
Ejote	Templado	19	10	28	Moderada	Corto
Elote	Templado	20	10	30	Moderada	Corto
Espárrago	Frió	13	2	18	Moderada	Indiferente
Espinaca	Frió	17	5	24	Moderada	Largo
Fresa	Caliente	22	8	30	Moderada	Corto
Garbanzo	Templado	18	6	25	Ligera	Corto
Haba	Frió	20	2	24	Alta	Indiferente
Huazontle	Templado	18	6	24	Ligera	Indiferente
Jícama	Caliente	25	12	30	Moderada	Corto
Jitomate	Caliente	24	12	28	Ligera	Indiferente
Lechuga	Frió	16	7	24	Alta	Largo
Melón	Caliente	25	16	35	Moderada	Indiferente
Nabo	Frió	16	4	22	Alta	Indiferente
Nopal verdura	Templado	20	4	30	Ligera	Indiferente
Okra	Caliente	24	12	30	Moderada	Corto
Pac choi	Frió	16	4	22	Alta	Indiferente
Papa	Templado	18	7	24	Alta	Largo
Pápalo quelite	Templado	20	10	26	Moderada	Corto
Perejil	Frió	16	4	24	Moderada	Corto
Pepino	Caliente	25	16	35	Alta	Indiferente
Poro	Templado	20	10	26	Moderada	Largo
Rábano	Frió	16	5	24	Moderada	Largo
Romerito	Frió	18	4	22	Moderada	Corto
Quelite nabo	Frió	20	4	26	Moderada	Indiferente
Quelite quintonil	Templado	20	10	25	Moderada	Indiferente
Sandía	Caliente	26	18	35	Ligera	Indiferente
Tomate	Templado	20	8	24	Moderada	Indiferente
Verdolaga	Templado	20	8	26	Alta	Indiferente
Xoconostle	Templado	20	4	26	Ligera	Indiferente
Zanahoria	Frió	16	7	24	Moderada	Indiferente

TO=Temperatura optima (°C) Tm=Temperatura mínima (°C) TM=Temperatura máxima (°C) Ciclo=# días. LMS, 2013.

Nutrimentos

El cultivo de hortalizas, son sistemas de explotación intensiva, que requieren que la plantas cuenten con los elementos nutrimentales necesarios en la cantidad y época apropiada, porque si no se deja de aprovechar el potencial productivo de las diversas variedades e híbridos y, por tanto, la obtención de altos rendimientos por unidad de superficie y calidad del producto. Todo proyecto hortícola debe iniciar con el análisis de agua y suelo, y su debida interpretación para que a partir de ello, generar las recomendaciones y manejo puntual del paquete tecnológico, es decir, hacer un traje a la medida de acuerdo con las características y condiciones de cada lugar en particular. Para lograr una cosecha óptima, en primera instancia debemos saber los requerimientos óptimos del cultivo, es decir, de cada hortaliza, así paso a paso, se va dando forma al proceso de la productividad, requerimiento óptimo en temperatura, luz, suelo, agua y nutrimentos, para que la planta pueda asimilar la mayor cantidad de bióxido de carbono y poder tener su mayor rendimiento y calidad en beneficio del horticultor. Todo lo cual se sintetiza en un solo concepto: producción igual a asimilación neta de bióxido de carbono. En otras palabras la eficiencia del proceso fotosintético se traduce en rendimiento y calidad. La nutrición vegetal se realiza a través de la asimilación de los 16 elementos nutrimentales esenciales: carbono, oxígeno, hidrogeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, fierro, cobre, zinc, boro, manganeso, molibdeno y cloro, los cuales son obtenidos por las plantas y en este caso las hortalizas del aire, del agua y de la tierra con la ayuda del sol.

Carbono (C)

La planta lo obtiene del bióxido de carbono (CO_2) presente en el aire en una concentración del 0.03% y es asimilado por la planta mediante el proceso de fotosíntesis. Forma parte de compuestos orgánicos, como azúcares, proteínas y ácidos orgánicos. Estos compuestos se usan en componentes estructurales, reacciones enzimáticas y material genético. En el proceso de respiración degrada compuestos orgánicos para proporcionar energía para diversos procesos metabólicos.

Hidrógeno (H)

Derivado del agua (H_2O) se incorpora a compuestos orgánicos en el proceso de fotosíntesis. Los iones hidrogeno H^+ están involucrados en reacciones electromagnéticas y mantienen el balance entre cargas eléctricas, a través de todas las membranas. Es muy importante su acción en el intercambio de cationes en la relación planta-suelo.

Oxígeno (O)

Tomado del bióxido de carbono (CO_2) y el propio oxígeno (O_2) del aire, así como del agua (H_2O). Forma parte de compuestos orgánicos, principalmente azúcares simples. El oxígeno atmosférico es necesario para todas las reacciones de oxigenación, incluyendo la absorción de nutrimentos por las raíces. También da lugar al intercambio de aniones entre las raíces y el medio exterior. Es por último receptor terminal de electrones en la respiración aerobia.

Nitrógeno (N)

A partir de este elemento nutrimental, todos tienen que ser aplicados en forma de fertilizante químico o biológico, si es que el suelo (tierra) o el agua de riego no los contiene en cantidades suficientes. Además, estos nutrimentos son absorbidos por las raíces como iones, a través del transporte del agua y en contra de un gradiente de concentración. El nitrógeno es utilizado por la plantas de hortaliza para sintetizar aminoácidos y formar clorofila, proteínas, alcaloides, enzimas, ácidos nucleicos y orgánicos esenciales en el crecimiento y desarrollo de la planta. La deficiencia o exceso afecta substancialmente el crecimiento, producción y calidad de los productos. El nitrógeno es responsable del color verde oscuro de las hortalizas, promueve el desarrollo de tallos y hojas y produce un desarrollo rápido en las fases iniciales de crecimiento. Disponible para ser absorbido por el sistema radicular de la planta en forma del anión nitrato (NO_3^-) y el catión amonio (NH_4^+). La deficiencia provoca: tallos delgados, hojas pequeñas amarillentas, cloróticas o púrpuras a causa de la pérdida de clorofila, especialmente las hojas más viejas, también provoca caída prematura de hojas, retraso en maduración. Todo repercute en menor rendimiento. Su exceso provoca: esqueleto vegetativo abundante. Follaje de color verde oscuro, reducción de floración, frutos bofos y pobres en azúcares y sistema radicular muy reducido.

Fósforo (P)

Importante en la hidrólisis de almidón y de azúcares. Forma parte también de muchos compuestos orgánicos como la glucosa, el adenosin trifosfato (ATP), ácidos nucleicos, fosfolípidos y ciertas enzimas. Se debe encontrar disponible para ser absorbido por las raíces de las hortalizas, en forma de anión fosfato (HPO_4^-) y ($H_2PO_4^=$). La deficiencia provoca: hojas pequeñas de color morado, encorvamiento de las hojas hacia el envés y caída prematura de las hojas. El exceso provoca: deficiencias de cobre y de zinc.

Potasio (K)

Actúa como coenzima o activador de coenzimas. La síntesis de las proteínas requiere altos niveles de potasio. Juega un papel muy importante como activador de reacciones enzimáticas. Está relacionado con la turgencia de las células guarda de los estomas. Es requerido para la acumulación y translocaciòn de carbohidratos recién formados. El potasio no forma parte estable en la estructura de ninguna de las moléculas que se encuentran dentro de las células de las hortalizas, proporciona mayor vigor y resistencia a las enfermedades, promueve el incremento de tamaño y consistencia de los frutos. Como es esencial en la formación y transferencia de almidón y azúcares, por tal motivo debe suministrarse en grandes cantidades en cultivos de papa, camote y nabo. Regula las condiciones de agua dentro de las células de la planta y las pérdidas de agua por transpiración. Tiene que estar disponible para ser absorbido por el sistema radicular de las hortalizas en forma de catión potasio (K+). La deficiencia provoca: frutos pequeños, sabor poco agradable, de maduración difícil y heterogénea, secamiento de borde y cerramiento hacia el haz de las hojas, particularmente las inferiores. El exceso provoca: incremento de la salinidad y por tanto, la conductividad eléctrica (CE), se incrementa el potencial osmótico de la solución del suelo, reduciendo la entrada de agua a la planta, consecuentemente hay cerramiento de hojas hacia el haz y frutos pequeños. Las hortalizas presentan síntomas de sequía teniendo suficiente agua.

Calcio (Ca)

Es importante en zonas meristemáticas donde ocurre división celular. Es un componente de pectato de sodio, el constituyente más importante de la pared celular, el cual da rigidez. A menudo se encuentra precipitado como cristaleras de oxalato de calcio en las vacuolas. Es activador de enzimas y es un cofactor de ciertas reacciones enzimáticas para la mitosis, división y diferenciación celular. Está involucrado en la síntesis de proteínas y transferencia de carbohidratos. Bloquea reacciones que afectan la calidad del fruto y la sanidad de los tejidos de conducción. Controla la velocidad de la respiración y reduce la producción de gas etileno, responsable de la maduración de los frutos. Coadyuva en la consistencia de los frutos al favorecer la formación de pectatos de calcio en la pared celular. Promueve el desarrollo de raíces, importante en la neutralización de ácidos orgánicos, esencial para activar las zonas de desarrollo, especialmente las puntas de las raíces. No se mueve libremente de las partes más viejas a las más jóvenes de la planta, razón por la cual los síntomas de deficiencia aparecen primero en las áreas

de crecimiento. Este elemento debe estar disponible en forma del catión calcio (Ca++). La deficiencia provoca: pudrición apical de los frutos, sobre todo cuando hay déficit hídrico.
También hay compactación del crecimiento y ennegrecimiento del interior del tallo, frutos deformes y paralelamente secamiento progresivo de tallos, hojas y flores. El exceso provoca: no existen síntomas visibles, normalmente suele estar asociado con exceso de carbono.

Magnesio (Mg)

Forma parte estructural de la molécula de clorofila y es necesario para la actividad de varias enzimas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos. También es necesario para la activación de varias enzimas que intervienen en la fotosíntesis, respiración y en la formación de adenosin trifosfato ATP, ácido desoxiribonucleico ADN, y ácido ribonucleico ARN. Es esencial para mantener la estructura del ribosoma. Propicia la translocación de los almidones y regula la absorción de otros nutrimentos. La forma disponible en el suelo para la absorción por las raíces de las hortalizas es el catión magnesio (Mg++). La deficiencia provoca: clorosis en las hojas en la zona entre las nervaduras, desarrollándose en primer lugar en las hojas viejas. Existe poca información disponible sobre los síntomas visuales, el exceso provoca deficiencias de manganeso.

Azufre (S)

Ayuda en la formación de clorofila y fomenta el desarrollo vegetativo de las hortalizas, forma parte de muchas proteínas y promueve un mayor desarrollo radicular. Las hortalizas lo absorben en la forma del anión sulfato (SO4=). La deficiencia provoca: clorosis general de la planta de hortaliza. El exceso provoca: deficiencia de calcio, ya que se inhibe la absorción de este nutrimento

Boro (B)

Ayuda a la absorción de calcio, ya que lo conserva soluble y por tanto disponible, actúa como un regulador de la relación potasio/calcio, facilita la absorción del nitrógeno y ayuda a la formación de más raicillas. Es absorbido en forma del anión borato (BO3=) y (B407=). La deficiencia provoca: los meristemos mueren, los tallos se acortan y endurecen, las hojas se distorsionan. En el cultivo de coliflor hay oscurecimiento del follaje, en apio hay rajaduras en el tallo, en betabel hay ennegrecimiento de los tejidos centrales. El exceso provoca:

enroscamiento hacia arriba de hojas jóvenes, llegando a ser frágiles y de color marrón y luego se secan, hojas nuevas pequeñas y pálidas.

Manganeso (Mn)

Ayuda a la formación de clorofila y actúa como catalizador en las reacciones de oxido-reducción dentro del tejido de las hortalizas, este nutrimento está estrechamente asociado con el fierro. Es absorbido en forma de catión manganeso (Mn++). La deficiencia provoca: áreas moteadas de color amarillo, en las hojas jóvenes, posteriormente todo el follaje adquiere una coloración verde pálido. En el cultivo de betabel, el follaje adquiere una coloración roja intensa. En el cultivo de cebollas, se observan líneas angostas de color amarillo. El exceso provoca: deficiencia de fierro.

Fierro (Fe)

Ayuda a la formación de clorofila, promueve la absorción de otros nutrimentos y es esencial en la síntesis de proteínas. Es absorbido por las plantas en forma de catión fierro (Fe++, Fe+++). La deficiencia provoca: clorosis, áreas bien caracterizadas de color amarillo, aparecen entre las venas de las hojas más jóvenes. El exceso provoca: inhibición del cobre y disminuye la concentración del manganeso, ocasionando la deficiencia de estos nutrimentos.

Zinc (Zn)

Actúa en los sistemas enzimáticos del metabolismo de las hortalizas y en la formación de auxinas de crecimiento. Se requiere para la síntesis del aminoácido triptófano. Absorbido en la forma del catión zinc (Zn++). La deficiencia provoca: manchas pequeñas rojo-cafés en las hojas cotiledonares del frijol ejote, líneas anchas verdes y amarillas en la base de las hojas del maíz elote y amarillamientos entre las venas de los márgenes quemados en el betabel. El exceso provoca: deficiencia de fierro.

Molibdeno (Mo)

Esencial en los procesos de fijación de nitrógeno, tanto por organismos simbióticos como no simbióticos. Se absorbe en forma de anión oxido de molibdeno (MoO=). La deficiencia provoca: hojas distorsionadas que se adelgazan y toman coloraciones pálidas amarillentas entre las venas en las hojas más

viejas. Principalmente en cultivos como col coliflor, brócoli, betabel y jitomate. El exceso provoca: en jitomate tiene un color amarillo brillante y en coliflor presenta un color purpura brillante en sus primeros estados de desarrollo.

Cobre (Cu)

Regula la respiración, actúa como portador de electrones en enzimas que producen reacciones de oxido-reducción y ayuda en la absorción del fierro. Se absorbe en forma de catión cobre (Cu++). La deficiencia provoca: amarillamientos de las hojas que se alargan. En el cultivo de cebolla, los bulbos se ablandan y las escamas se adelgazan y toman coloraciones amarillo claro. El exceso provoca: clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.

Cloro (Cl)

Es necesario para la fotosíntesis, donde actúa como activador de enzimas para la producción de oxígeno a partir del agua. Forma parte de algunas auxinas. Es esencial para la división celular en raíces y hojas. Se absorbe en forma de anión cloro (Cl-). La deficiencia provoca: marchitamiento inicial de las hojas, que luego se vuelven cloróticas, originando un color bronceado; después se mueren. El desarrollo de las raíces es pobre y se produce un engrosamiento anormal cerca de sus extremos. El exceso provoca: quemado de los bordes extremos de las hojas; su tamaño se reduce y hay en general poco desarrollo.

Níquel (Ni)

Elementos que recientemente se consideran como nutrimentos esenciales.

En el siguiente cuadro se indican los requerimientos de manera general para los cultivos hortícolas.

Necesidades de los nutrimentos minerales esenciales para las hortalizas kg/ha

Hortaliza	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Fe	Zn	Mo	Cu
Acelga	140	70	50	10	10	15	1	25	15	1	1	3
Ajo	170	80	60	20	20	20	1	10	5	1	1	2
Alcachofa	250	150	250	30	30	20	1	10	10	1	1	3
Apio	335	250	250	20	20	25	0.1	25	5	1	1	1
Berenjena	140	120	60	40	30	30	1	10	10	1	1	2
Berros	120	80	40	10	10	10	1	5	5	1	1	1
Betabel	100	80	30	20	20	30	1	25	10	1	1	3
Brócoli	225	150	150	30	15	20	1	25	15	1	1	2
Calabacita	140	170	170	40	20	20	1	10	10	1	1	2
Camote	150	250	150	40	20	20	1	15	10	1	1	3

Continúa...

...Continuación

Hortaliza	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Fe	Zn	Mo	Cu
Cebolla	235	165	115	20	20	25	2	25	5	1	-	2
Chayote	180	120	120	20	15	20	1	15	5	1	-	1
Chayote	140	150	150	20	20	25	1	10	10	1	-	2
Chícharo	60	100	60	10	10	15	1	25	5	1	-	2
Chilacayote	150	120	120	20	10	25	1	10	10	1	-	2
Chile	200	170	170	50	40	40	1	20	10	1	-	3
Cilantro	150	180	100	10	10	15	1	5	5	1	-	1
Col	160	150	165	20	10	30	2	25	10	1	-	1
Coliflor	180	150	150	20	20	30	1	25	10	1	-	2
Ejote	60	100	60	10	10	15	1	25	5	1	-	3
Flote	240	100	240	50	20	40	1	25	15	1	-	3
Espárrago	250	365	160	50	30	30	2	25	15	1	-	3
Espinaca	140	70	60	20	20	15	1	25	15	1	-	2
Fresa	100	120	120	50	30	20	0,1	15	5	1	-	3
Garbanzo	60	100	60	10	10	15	1	10	5	1	1	2
Haba	80	120	80	40	20	20	1	15	10	1	1	2
Huazontle	100	80	60	20	10	10	1	10	5	1	1	1
Jícama	60	100	60	30	20	15	1	10	5	1	1	2
Jitomate	300	275	400	80	50	40	1	25	15	1	1	3
Lechuga	120	120	120	40	40	20	1	25	10	1	1	1
Melón	140	170	170	30	20	15	1	20	10	1	1	2
Nabo	160	120	100	30	20	15	1	20	10	1	1	2
Nopal verdura	150	200	150	50	30	20	1	15	15	1	1	3
Okra	80	100	80	20	10	15	1	10	5	1	1	1
Pac choi	150	120	100	30	10	250	1	15	10	1	1	2
Papa	250	300	250	50	30	25	1	25	15	1	1	3
Pápalo quelite	80	100	80	20	10	15	1	10	5	1	1	1
Perejil	100	120	100	20	10	15	1	15	5	1	1	1
Pepino	100	180	160	30	30	20	1	25	10	1	1	2
Poro	160	120	100	20	20	25	1	15	5	1	1	2
Rábano	100	40	60	20	10	15	1	25	5	1	1	1
Romerito	120	80	60	10	10	20	1	15	5	1	1	1
Quelite nabo	150	80	60	20	10	15	1	20	5	1	1	1
Quelite quintoril	100	80	60	20	10	15	1	20	5	1	1	1
Sandía	100	130	100	30	30	25	1	15	10	1	1	3
Tomate	200	150	200	50	30	30	1	25	10	1	1	3
Verdolaga	120	80	60	20	10	15	1	10	5	1	1	1
Xoconostle	150	200	150	50	30	20	1	25	15	1	1	3
Zanahoria	210	250	170	30	30	20	1	15	5	1	1	2

N=Nitrógeno P= Fosforo K=Potasio Ca=Calcio Mg=Magnesio S=Azufre B=Boro Mn=Manganeso Fe=Fierro Zn=Zinc Mo=Molibdeno Cu=Cobre. LMS, 2013

Para una excelente nutrición es importante mencionar que se debe partir del análisis de suelo, análisis del agua de riego y del análisis foliar y su correcta interpretación, para que la nutrición vegetal determinada de cada especie hortícola, este lo más cercano posible a su rendimiento máximo potencial y de calidad, de acuerdo con su genética.

Siembra, trasplante, labores y cultivar recomendado

El establecimiento de las hortalizas, puede realizarse de dos maneras: siembra directa (semilla, bulbos, tubérculos, etc.) y trasplante (plántula), en los dos casos la cama o surco debe estar bien preparado, subsuelo, rastra, cultipaquers, nivelación y trazos lo que sea necesario para un buen establecimiento, en función al tipo de suelo, hortaliza y sistema de producción. El trasplante es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas, que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almácigos de esas áreas de

crecimiento, a las áreas definitivas donde completarán su ciclo, se utiliza para acelerar el crecimiento inicial y para establecer poblaciones uniformes de hortalizas, que faciliten la realización de otras labores culturales como riegos, escardas, podas, combate de plagas y enfermedades y cosecha.

El número de plantas por hectárea y su distribución topológica en el lugar definitivo es de vital importancia, debido a que es necesario proporcionar a las plantas de hortalizas el espacio adecuado para su óptima producción. La densidad de siembra y de población será de acuerdo con la fertilidad física, química y biológica del suelo, así como al arquetipo genético del cultivo, de vital importancia en este aspecto son los resultados de las evaluaciones experimentales locales. De manera general en el siguiente cuadro se sugieren algunas recomendaciones en estos aspectos.

Topología para cultivar hortalizas

Hortaliza	Entre plantas cm	Entre líneas cm	Entre surcos cm	Siembra	Semilla kg/ha	Plantas no/ha	Cultivares elite
Acelga	30	-	80	Trasplante	1.0	41,667	Sivester, Bali, Delta,
Ajo	10	20 (4)	160	Directa	500.0	250,000	Perla, California, Chileno
Alcachofa	100	-	160	Trasplante	0.1	6,250	Imperial, Opal, Lorca,
Apio	10	20 (4)	160	Trasplante	1.5	250,000	Caraga, Plato, Premio,
Berenjena	50	-	80	Trasplante	0.1	25,000	Coraga, Plata, Premio,
Berros	10	20 (4)	160	Trasplante	0.1	250,000	Cressida, Victoria,
Betabel	10	20 (4)	160	Directa	3.0	250,000	Action, Alta, Red, Soldie,
Brócoli	40	-	80	Trasplante	0.25	31,250	Marathon, Liberty, Spirit
Calabacita	100	-	100	Directa	2.5	10,000	Zucchini Grey, Cristal,
Camote	40	-	80	Directa	1500.0	31,250	Californiana, Visleta,
Cebolla	10	20 (2)	80	Trasplante	1.5	250,000	Mont Blanc, Azteca,
Charlotte	10	20 (2)	80	Directa	750.0	250,000	Conservor,
Chayote	100	-	160	Directa	1.0	6,250	Cocoro, Perulero, Palast,
Chícharo	05	20 (2)	80	Directa	100.0	500,000	Negret, Early perfection,
Chilacayote	100	-	160	Directa	1.0	6,250	Zapallo,
Chile	40	-	160	Trasplante	0.1	15,625	Vulcano, Campeon,
Cilantro	05	10 (8)	160	Directa	1.5	500,000	Caribe,
Col	40	-	80	Trasplante	0.25	31,250	Megaton, Drago,
Coliflor	40	-	80	Trasplante	0.25	31,250	Arano, Encanto,
Ejote	05	20 (2)	80	Directa	50.0	500,000	Blue, Valantain, Derby,
Elote	20	-	80	Directa	25.0	62,500	Cacahuacintle, Dulce
Espárrago	50	-	160	Trasplante	.05	12,500	Magnus,
Espinaca	05	10 (8)	160	Directa	3.0	500,000	Renegade, Revere, reve,
Fresa	30	-	80	Trasplante	0.05	41,667	Pico de pájaro, fresones,
Garbanzo	05	20 (2)	80	Directa	50.0	500,000	Escacena, Sinaloense,
Haba	20	-	80	Directa	100.0	62,500	Monarca, ICAMEX V35,
Huazontle	05	20 (2)	80	Directa	2.0	500,000	Kiwicha, Silvestre,
Jícama	10	-	80	Directa	25.0	125,000	Agua dulce,
Jitomate	20	-	160	Trasplante	0.2	31,250	Reserva, Cid, Sun-7505,
Lechuga	20	20 (2)	80	Trasplante	0.25	125,000	Acropolis, Triton
Melón	100	-	160	Trasplante	1.0	6,250	Tendral, Galia, Cantalup,
Nabo	20	-	80	Trasplante	0.5	62,500	Heleonor, Kordial,
Nopal verdura	100	-	160	Trasplante	3000.0	6,250	Milpalta, Copena I y II
Okra	05	20 (2)	80	Directa	100.0	500,000	Quimbo, Angu,
Pac choi	40	-	80	Trasplante	0.25	31,250	Bejo-2834,
Papa	20	-	90	Directa	3000.0	55,556	Alfa, López, Gema,
Pápalo quelite	05	10 (8)	160	Directa	0.5	1,000,000	Criollo,
Perejil	05	10 (8)	160	Directa	3.0	1,000,000	Titán, Común, Moss,
Pepino	50	-	80	Trasplante	2.0	25,000	Líder, Turbo, Cobbra
Poro	10	20 (4)	160	Trasplante	1.5	250,000	Runner,Jumper, Surfer,
Rábano	05	10 (8)	160	Directa	3.0	1,000,000	Rivoli, Rolex, Rover,
Romerito	05	10 (8)	160	Directa	1.0	1,000,000	Navideño, Criollo,
Quelite nabo	05	10 (8)	160	Directa	1.0	1,000,000	Canola, criollo,
Quelite quintonil	05	10 (8)	160	Directa	0.5	1,000,000	Criollo.
Sandía	100	-	160	Directa	1.0	6,250	Alena, Butterball, Tiffan,
Tomate	50	-	160	Trasplante	0.2	12,500	Rendidora, Diamante,
Verdolaga	10	10 (8)	160	Directa	1.0	500,000	Criolla,
Xoconostle	100	-	160	Trasplante	3000.0	6,250	Cuaresmeño, Blanco,
Zanahoria	05	10 (8)	160	Directa	2.0	1,000,000	Nantes, amsterdam,

Topologia que incluye distribución y densidades propuestapor LMS, 2013.( ) = númerode líneas.

Agricultura protegida

El cultivo de hortalizas bajo la agricultura protegida con acolchados, micro túneles, casas sombra e invernaderoso una mezcla de todos ellos, es una de las formas más eficiente que el hombre ha encontrado para evitar los efectos adversos del medio ambiente. La siembra de hortalizas en la agricultura protegida, es una alternativa viable si se desea producir en un medio desfavorable o bien cuando se necesitan rendimientos elevados, en determinadas épocas del año, este sistema de explotación, en la actualidad, está circunscrito a la siembra de cultivos de alta rentabilidad económica, como jitomate, nopal verdura, chile pimiento, chile manzano, fresa, pepinos, entre otros, sin embargo, no sería aventurado pronosticar que en un futuro inmediato, un gran porcentaje de los alimentos que necesite la humanidad, serán producidos bajo condiciones controladas. Las técnicas agronómicas (uso de sustratos, fibra de coco y lana de roca, sistemas de riego y fertiriegos, sistemas de enfriamiento y calefacción, sistemas de producción a raíz desnuda como el de mareas, técnica de la película nutritiva NFT y nuevo sistema de cultivo NGS estos dos últimos por sus siglas en inglés) empleadas en la agricultura protegida son más sofisticadas y deben aplicarse con mayor oportunidad, ya que para que se tenga éxito en este tipo de agricultura, se deben hacer eficientes dos procesos vitales en la producción de hortalizas: la fotosíntesis y los procesos metabólicos. Al acelerar estos fenómenos, se logra una óptima conversión de agua y bióxido de carbono en azúcares que es la energía aprovechable por las hortalizas, lo que en forma práctica se traduce en mayores índices de productividad.

Agricultura bioamigable

La agricultura bioamigable, consiste en producir alimentos cultivados, en este caso las hortalizas sin utilizar ingredientes artificiales, sólo utilizar ingredientes naturales, como los fertilizantes minerales: nitrato chileno y harina de roca entre otros; estiércoles principalmente el de lombriz; compostas, caldos, harina de alfalfa, de sangre, de hueso, de semillas de algodón, algas marinas y productos derivados del pescado; abonos verdes de leguminosas; rotación de cultivos y compatibilidad de diversas hortalizas. Se permite el uso de roca fosforada, polvo de basalto, polvo de granito, cal, azufre y compuestos de cobre como sulfatos e hidróxidos. Controlar plagas y enfermedades con control cultural y biológico, así como uso de insecticidas y fungicidas botánicos y barreras físicas. Particularmente se recomienda el control integrado que se verá ampliamente más adelante. Este tipo de agricultura también llamada, biológica (Alemania), ecológica (España), sustentable (Cuba), orgánica (América), entre otros, requiere de un amplio conocimiento agronómico.

Plagas

El ataque de ácaros, insectos, nemátodos, moluscos y crustáceos, se consideran plagas que infestan a los cultivos hortícolas ocasionándoles problemas, no sólo por los daños directos que causan al reducir rendimiento o deteriorar la calidad de los productos, sino porque dentro de las prácticas tradicionales de control, con el uso de plaguicidas se pueden provocar daños a la salud humana, contaminación del medio ambiente y la creación de especies resistentes a estos productos, lo que complica las medidas de combate.

Ácaros

Araña roja (*Tetranichus* spp). Ataca a las hortalizas principalmente a la berenjena, chile, chícharo, pepino y jitomate. Ácaro blanco (Polyphagotarsonemus latus). Las ninfas y adultos ocasionan deformaciones de hojas, ramas tiernas y frutos pequeños principalmente del cultico de chile y jitomate.

Insectos

Barrenador del fruto (Diaphania spp)

Los adultos son mariposas de color blanco que van cambiando hasta adquirir tono verde con manchas negras, con la cabeza café. Las larvas inicialmente son blancas y al desarrollarse toman una coloración verdosa con puntos negros. Las mariposas ovipositan sus huevecillos cerca del fruto o brotes terminado, de donde emergen larvas que se alimentan de hojas, inflorescencias y frutos.

Barrenador del tallo (Melittia cucúrbita)

Son mariposas de colores brillantes, negro con rojo o anaranjado. Las larvas son de color blanco lechoso con la cabeza café. Las mariposas ovipositan sus huevecillos en las guías y las larvitas minan los tejidos moviéndose hacia abajo cavando túneles. Las plantas se marchitan y pueden morir repentinamente.

Barrenillo del chile (Anthonomus eugennii)

El adulto es un picudo de color café rojizo a café obscuro. Las larvas típicas apodas, curvadas de color cremoso, que hacen de un huevecillo ovalado y blanquecino, que es insertado generalmente en los frutos.

Catarinita de la papa (Leptinotarsa decemlineata)

Adultos de color amarillo, con seis bandas longitudinales de color negro. Los huevecillos son alargados cristalinos de color amarillo. Las larvitas son de color rojizo, con una hilera de manchas negras a cada lado del campo. Las hembras depositan huevecillos en grupos de 10 a 40 en el envés de las hojas, de donde emergen las lavitas que al igual que el adulto, se alimentan de follaje de las plantas.

Chicharritas (Empoasca fabae)

Adultos de color verde claro a amarillo. Las hembras ovipositan los huevecillos en los peciolos, venas de la hojas y tallos. Las ninfas son de colores más claros. Adultos y ninfas se alimentan de la savia en el envés de las hojas, yemas y peciolos, inyectando substancias tóxicas que ocasionan achaparramiento de la planta y distorsión de las hojas.

Chinche arlequín (Murgantia histriónica)
Adultos de color rojo, con manchas blancas y negras. Las ninfas ápteras con la misma coloración aunque más acentuada. Los huevecillos tienen forma de barriles de color blanco con dos aros transversales negros. Los adultos y las ninfas chupan la savia de las hojas y tallos, inyectando una substancia tóxica que origina bolseado y necrosis en las hojas.

Chinche lygus (Lygus lineolaris)
Adultos de color verde, amarillo o cafés, tienen un característico triángulo sobre sus espaldas de color amarillo claro. Las ninfas son verdes pálidas con antenas rojas. Huevecillos cilíndricos y angostos, son depositados en forma individual, debajo del tejido foliar. Las ninfas pueden ser confundidas con afidos, se alimentan de la savia de las plantas.

Chinche apestosa(Chlorochroa spp)
Adultos de color verde, tiene forma de escudo, cuando se le molesta producen un olor penetrante. Los huevecillos tienen la forma de tambor y son depositados en racimos sobre el follaje. Los adultos y las ninfas extraen la savia de los tejidos jóvenes y frutas en desarrollo inyectando substancias tóxicas que originan necrosis, pudrición y marchitez.

Diabrotica (Diabrotica spp)
Adultos de color verde claro, con dos bandas transversales y cuatro manchas de color amarillo brillante. Los huevecillos son óvalos de color blanquecino. Las hembras depositan huevecillos en el suelo cerca de la base de las raíces. Las larvitas minan las raíces y se alimentan dentro de ella. Los adultos se alimentan de flores y follaje.

Gallina ciega o nixticuil (Phylophaga spp)
Los adultos son mayates de cuerpo duro, colores variados, amarillo claro, café obscuro, con tonalidades metálicas. Las larvas bien desarrolladas son muy características con el cuerpo curvado de color blanco sucio, cabeza café, patas prominentes con el extremo del abdomen de color negro. Los huevecillos son esféricos, blancos aperlados. Las hembras ovipositan los huevecillos en el suelo. Las larvitas se alimentan de las raíces, causando daños de consideración. El estado larval puede durar de uno o tres años y se entierran a buenas profundidades en función de la humedad existente.

Grillo de campo (Acheta domesticus)
Adulto de coloración café rojiza de fácil identificación. Ninfas de coloración similar, más pequeñas y de comportamiento nervioso. Insectos de hábitos nocturnos, que se alimentan cortando o royendo plantas jóvenes preferentemente.

Gusanillo de la cebolla (Hylemia antigua)
Moscas grisáceas. Larvas cilíndricas de color blanco amarillento con ocho segmentos abdominales bien diferenciados. Los huevecillos son diminutos, blanquecinos puntiagudos, difíciles de localizar a simple vista son depositados en las grietas del suelo, de donde emergen las larvitas que se desarrollan en los tejidos foliares, tallos y raíces en donde forma túneles o minas que propician pudriciones.

Gusano del corazón de la col (Copitarsia consueta)
Adultos de color gris, con reticulaciones más obscuras. Los huevecillos se depositan en las hojas inferiores de donde emergen larvas de color verde claro. El ataque más importante se realiza cuando las larvas se alimentan de la cabeza de la col, a la cual barrerían dejando sus excrementos en las galerías, lo que demerita aún más la calidad del producto.

Gusano del fruto (Heliothis zea)
Palomillas de color café claro, con tres bandas oblicuas en las alas delanteras.Las larvas varían de color, lo más común es que sean rojizas en las primeras etapas de desarrollo y posteriormente adquieren tonalidades verde claro, rosadas o gris. Se alimentan de yemas, flores y frutos. Cuando ataca a los frutos los prefieren verdes consumiendo su interior. Generalmente sólo existe un gusano por fruto.

Gusano rayado de la col(Leptophobia aripa)
Mariposa con alas de color blanco, las alas delanteras representan coloración negra, en los márgenes aplicary costal. Larvas color amarillo de diversa intensidad según la edad. La larvita al nacer se alimenta de su propio huevecillo y posteriormente se desplaza por toda la planta comiendo las hojas.

Gusano soldado (Spodoptera exigua)
Palomillas de color café grisáceo. Las hembras depositan sus huevecillos en masas cubiertas por escamas de las alas. Las larvas generalmente son de color verde opaco con varias líneas claras en la parte superior del abdomen y bandas a los lados del campo. Las larvitas, se alimentan cerca del área donde fueron depositados los huevecillos y esqueletonizan las hojas. Las larvas de mayor edad se alimentan de hojas y frutos verdes, causando daños severos.

Gusano de alambre (Ischiodontus spp)
Adultos de coloración obscura. Las larvas son cilíndricas de cuerpo duro de color rojizo brillante. La duración del estado larval puede durar de un año hasta seis años según la especie. Las hembras depositan sus huevecillos en el suelo, en la base de las plantas al emerger las larvas se alimentan de las raíces de las plantas.

Mariposita blanca de la col (Pieres rapae)
Mariposita de color blanco a blanco amarillento, con una o cuatro manchas negras sobre las alas; es común verlas revolotear sobre los cultivos. Las hembras insertan sus huevecillos de color blanco, amarillo claro en el envés de las hojas. Las larvitas son verdes, peludos que hacen horadaciones tanto en las hojas externas como en las internas.

Minador de la hoja (Pegomyza hyoscyami), (Liriomyza spp)
Pequeñas mosquitas de color negro y amarillo. Los gusanitos son de color amarillento o café que causan minaduras que van aumentando su diámetro a medida que el gusanito se desarrolla. Las hojas adquieren un aspecto blanco o transparente.

Mosquita blanca (Bermicia tabaci), (Trialeurodes abutilona), (Trialeurodes vaporarium)
El adulto es pequeño, con el cuerpo cubierto por una substancia cerosa y polvienta de color blanco. La ninfa es ovalada semitransparente.Solo en la primera etapa de su desarrollo es móvil después se fija en el envés de la hoja hasta llegar la etapa de adulto.

Palomilla dorso de diamante (Plutella xylostella)
Palomillas pequeñas, delgadas de color pardo grisáceo o café. El macho al recoger las alas presenta tres manchas características en forma de diamante. Los huevecillos diminutos; verde claro o amarillos. Las larvas pequeñas con le cuerpo delgado y puntiagudo en ambos extremos. Las larvas se alimentan principalmente en el envés de las hojas externas o las más viejas, haciendo pequeños hoyitos que dan la apariencia de tiro de munición.

Paratrioza (Pararioza cockerelli)
Adulto de color verde amarillento. Los huevecillos tienen forma ovoide color amarillo naranja brillante y presentan en uno de sus extremos un pedicelo con el que adhieren a la hoja. La ninfa pasa por cinco estadios ninfales son de forma oval, sus ojos están bien definidos y son de color rojizo.

Pulga saltona (Epitrix cucumeris), (Chacteonema spp), (Pfylitreta spp).
Insectos pequeños de cuerpo oval de diversos colores de acuerdo a las diferentes especies, aunque predominan los colores obscuros brillantes. Cuando se les molesta saltan. Las larvas son pequeñas, delgadas de color blanquecino. Al emerger las larvas del huevecillo comen las raíces y minan el follaje.

Pulgones (Aphis spp), (Myzus persicae), (Macrosiphum spp)
Insectos chupadores de cuerpo blando de colores diversos, desde el amarillo claro, hasta el negro, pasando por tonalidades verde. Producen una secreción azucarada en la que se desarrollan hongos del tipo de las fumaginas. Succionan los líquidos del floema de las plantas. Son vectores de virus.

Trips o piojillos (Trips tabaco), (Frankliniella occidentalis), (Aelothrips spp)
Insectos pequeños, chupadores de colores amarillo claro a obscuro. Las ninfas son ápteras blancas amarillentas. Raspan la superficie de las hojas jóvenes absorbiendo la savia, causando manchas de color café claro. Las hojas pueden encogerse, marchitarse y morir.

Nemátodos

Genero Meloidogyne, con cuatro especies incognita, acrita, javanica y hapla (forman agallas), Nemátodo dorado de la papa (*Globodera rostochienensis*), que también ataca a berenjena y jitomate.

Moluscos

Los moluscos considerados plagas en los cultivos hortícolas son: babosas, tlaconetes y caracoles, que se alimentan de las partes tiernas de las hortalizas.

Crustáceos

El crustáceo considerado plaga en los cultivos de hortalizas son las cochinillas, que normalmente se alimentan de la base del tallo y cuello de raíz, por lo que la planta de hortalizas muere.

Enfermedades

El ataque de hongos, bacterias, virus, mico plasmas y desórdenes fisiológicos a las hortalizas que les ocasionan daños que están íntimamente ligados a una serie de factores, entre los que destacan: el clima, tipo de suelo, el cultivo hortícola y el manejo agronómico.

Enfermedades causadas por hongos

Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), (*Colletotrichum capsici*); Cenicilla (*Eryshiphe cichoracearum*), (*Eryshiphe comunis*), (*Eryshiphe polygoni*), (*Perenospora parasítica*), (*Perenospora effusa*), (*Leveillula taurica*); Damping off, secadera, tristeza o ahogamiento causada por los géneros: Phytium, Rhizoctonia, Phytophthora, Fusarium, Botritis, Sclerotium, Verticillium; Fomosis (*Phomopsis vexans*); Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*); Mancha de las hojas (*Alternaria brassicae*), (*Septoria apii*), (*Cercospora* spp); Mancha púrpura (*Altrnaria porri*); Moho blanco (*Sclerotinia sclerotium*); Pierna negra (*Phoma lingam*); Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*); Roña negra (*Rhizoctonia solani*), (*Streptomyces scabies*); Pudrición gris (*Botritis* spp); Roña blanca (*Albugo candida*), Roya (*Puccinia asparagi*); Tizón temprano (*Alternaria cucumerina*), (*Alternaria dauci*), (*Alternaria silani*), (*Cerscospora* spp); Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Enfermedades causadas por bacterias

Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganense*); Mancha bacterial (*Erwinia carotovora*), (*Xanthomonas carotae*), (*Xanthomonas vesicatoria*); Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*); Pudrición negra (*Xanthomonas campestris*).

Enfermedades causadas por virus

Chino del jitomate (agente vector mosquita blanca), Mosaicos Curly top, de la Alfalfa, de la Lechuga, del Tabaco (agente vector chicharritas, áfidos, semilla y mecánicamente), Pinto del jitomate (se trasmite mecánicamente), Permanente del jitomate (agente vector mosquita blanca y mecánicamente), Jaspeado del chile (agente vector áfidos y mecánicamente), Virus X (se trasmite mecánicamente), Virus Y (se trasmite mecánicamente)

Enfermedades causadas por mico plasmas

Punta morada de la papa (agente vector chicharritas y paratrioza).

Enfermedades fisiológicas o desórdenes fisiológicos

Corazón negro (deficiencia de calcio), quebradura de peciolos (deficiencia de boro), Amarillamientos (deficiencia de nitrógeno, magnesio, azufre), Yemas y floretes secos (deficiencia de molibdeno), Floración prematura (sequia y altas temperaturas), Tallo hueco (deficiencia de boro y temperaturas altas), Cola de látigo (suelos ácidos y deficiencia de molibdeno), Bordes quemados de las hojas (altas temperaturas con falta de agua), Nervadura central café (altas temperaturas), Enrollamiento de la hoja (stress por sequia y/o humedad, altas temperaturas), Cara de gato (bajas temperaturas), Deformación de fruto (factores nutricionales y ambientales que afectan la polinización), Pudrición basal (alta humedad relativa), Pudrición apical del fruto (deficiencia de calcio por alta humedad relativa), Quemaduras de sol (frutos expuestos directamente al sol), Rajaduras de fruto (estrés por sequía y cambio brusco a exceso de humedad).

Maleza

Las malas hierbas luchan con las hortalizas por los factores del medio ambiente como luz, agua, bióxido de carbono y nutrimentos; a este fenómeno se le llama competencia, desafortunadamente a menudo la maleza tiene tasas de crecimiento superiores a las de las hortalizas de manera que en pocos días estas son cubiertas ocasionando pérdidas hasta del 95% en rendimiento. La maleza es hospedera de plagas y enfermedades, guarida de arañas, roedores y serpientes. La época crítica de competencia es durante las cinco semanas siguientes a la siembra o trasplante, el control de la maleza es preciso durante este periodo y puede afirmarse que si el cultivo está enyerbado durante su primer mes, las pérdidas en el rendimiento serán muy serias aunque luego se mantenga limpio el cultivo.

Los principios generales sobre competencia de la hortaliza con la maleza son: la competencia es más crítica durante las primeras cinco o seis semanas, la competencia es más intensa entre especies afines, el primer ocupante tiende a excluir a las otras especies, las especies recién inmigradas son potencialmente muy peligrosas, en igualdad de circunstancias las especies más peligrosas son las que producen mayor número de semillas y las que tienen reproducción vegetativa y en general la maleza es dominada por la vegetación perenne nativa.

Manejo integrado de plagas, enfermedades y maleza

La combinación del control legal, natural, genético, cultural, físico, mecánico, etológico, biológico y químico, nos conduce al manejo integrado de plagas, enfermedades y maleza, donde aplicando los conocimientos del ecosistema, la tecnología generada y desarrollando sistemas de predicción, podremos controlar las plagas, las enfermedades y la maleza de las hortalizas. Las formas de control varían de una plaga, enfermedad o maleza a otra, dependiendo del tipo de esta, el hospedero y la relación que se establece entre ellos. Durante el control, las plantas son consideradas generalmente como poblaciones, más que como individuos.

Legales

Para prevenir la introducción y propagación de plagas, enfermedades y maleza en los países y en los estados, ciertas leyes internacionales, federales y estatales regulan las condiciones bajo las cuales ciertos cultivos pueden ser desarrollados, como cuarentenas, inspecciones en plantas en el campo o almacenes y en ocasiones mediante la erradicación voluntaria u obligatoria de ciertas plantas hospederas.

Naturales

Al no utilizar aplicaciones de agroquímicos, las áreas productivas atraen una serie de controladores naturales que pueden ser: aves, arañas, murciélagos, reptiles con hábitos predadores, así como insectos benéficos, predadores y parasitoides, agentes micro biológicos

entomopatògenos y antagónicos capaces de controlar insectos plaga, ácaros, nemátodos y enfermedades fungosas y bacteriales, así como maleza.

Genéticos

Generación de variedades e híbridos resistentes o inmunes ha determinado problema fitosanitario.

Culturales

Preparación del suelo, escardas periódicas, podas sanitarias, identificación y eliminación de plantas hospederas, siembra intercalada de plantas repelentes, incorporación de materia orgánica al suelo, rotación de cultivos, entre otros.

Físicos

Cuando interviene algún agente abiótico en intensidades tales que resulten letales para las plagas, los agentes causales de la enfermedad y la maleza como cambios bruscos de temperatura, solarización, vaporización, calor, manejo de niveles de humedad en suelo y ambiente, uso de desecantes o abrasivos como ceniza o cal, también corrigiendo la acidez de suelo, así como cambios bruscos de pH del suelo.

Mecánicos

Remoción y destrucción manual de insectos, partes enfermas de la planta, eliminación o procesamiento de desechos, destrucción selectiva de plantas enfermas, uso de aspiradoras, azadones y machetes para eliminar maleza, entre otros.

Etológicos

Como cada organismo tiene cierto nivel de comportamiento innato, se puede manipular el ambiente o las señales visuales o químicas que provocan una determinada reacción para el control de plagas y enfermedades, también, podemos utilizar trampas de luz, trampas con bandas plásticas amarillas, azules y blanco mate, embebidas en aceite, manteca de cerdo, vaselina, biotac, o cualquier otro adherente para capturar mosquita blanca, minadores, paratrioza y trips. También trampas Macphail activadas con levadura, trampas Jackson activadas con feromonas, trampas hechas con fermentos para capturar babosas, mallas anti insectos, entre otras.

Biológicos

El control biológico es una actividad en la que el hombre manipula una serie de enemigos naturales, que incluye parasitoides, patógenos y depredadores, con el objetivo de reducir las poblaciones de una especie plaga, patógeno o maleza que afecta a un cultivo determinado.

Químicos

Se recurre a los principios activos presentes en los extractos de determinadas plantas con propiedades insecticidas, nematicida, acaricidas, fungicidas, bactericidas, herbicida, etc., o a minerales en calidad de elementos químicos puros como calcio, cobre, azufre, boro, manganeso, que actúan solos o en combinación y que tienen la propiedad de no tener poderes residuales prolongados. Algunos de estos productos pueden elaborarse artesanalmente en las explotaciones, como el caldo bordelés, las mezclas sulfocálcicas, aplicaciones de cal agrícola, aplicaciones de humus enriquecidos con microorganismos benéficos, aplicación de extractos vegetales específicos, etc., y muchos de ellos se encuentran en los mercados locales como es el caso de extractos de tabaco, ajo, manzanilla, neem, gobernadora, infusión de canela y pimienta, etc.

Recolección

La recolección o cosecha normalmente se efectúa a madurez fisiológica para las hortalizas de fruto, o en plena floración para las hortalizas de flor, y cuando es la hoja, tallo, raíz, rizoma bulbo o tubérculo, cuando estos estánen su punto.

Comercialización

Es el cuello de botella de los horticultores, sin embargo, lo que deben de hacer antes de sembrar, es tener el canal de comercialización, es decir a quien le van a vender o bien sembrar lo que pueden consumir, lo que más consumen la población en general, y en lo posible adentrarse en la agricultura por contrato, que es lo más recomendable.

Bibliografía

Aceves, T.M.A., y Arellano, V. B. *Evaluación de dos cultivaresde jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en tres sistemas de producción bajo condiciones de invernadero en Metepec, México.* Tesis. Facultad de Ciencias Agricolas. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo.Toluca, México.86p.2008.

Blancard,D. *Enfermedades deltomate observaridentificarluchar.* INRA edición Francesa. 147, rue de l'Universitè, 75007 Paris. Estación de patología vegetal. Versión Española. Antonio Peña Iglesias. Ediciones Mindi-prensa.Maderid Barcelona México. 212p.2005.

Castellanos, J. Z. *Manual de protección de tomate en invernadero.* Intagri.Celaya,Guanajuato.México.458p. 2009.

Castaños, C. M. *Horticultura manejo simplificado.* Universidad Autónoma Chapingo. Colección Fénix. Dirección General del Patronato Universitario.
Texcoco,México. México.527 p. 1993.

De Liñan, C. *Vademecum de agroquímicos de México, productos fitosanitarios, nutricionales, orgànicos, y otros insumos.* 3a Edición. Editorialtecnoagrícolade México, S. A. De C. V. México.736p. 2011.

Hernández, C. A., Lomeli, F. R., y Rodríguez, M. C. *Manejo integrado de plagas y enfermedades en ornamentales.* Folleto de divulgación. Gobierno del Estado de México. Secretaríade Desarrollo Agropecuario. Instituto de InvestigaciónAgropecuaria,Acuícola y Forestal del Estado de México. ICAMEX. San Antonio la Isla, Méx., México.24p.2003.

Leñano. F. *Cómo se cultivan lashortalizas de hoja.* Editorial De Vecchi, S. A. Barcelona, España.228 p.1973.

León, G. H. M. *Manual para el cultivo de tomate en invernadero.* Talleres gráficosdel Gobierno de Chihuahua, México, 238 p. 2001.

Malis, M. H. y Ravensberg, W. J. *Conocer y reconocer las plagas de cultivos protegidosy sus enemigos naturales.* Koppert B. V. Los Países Bajos.288p.1992.

Mondragón, S. L. *Guía para el manejo y uso eficiente delagua.* Folleto de divulgación. Gobierno del Estado de México. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México. ICAMEX. San Antonio la Isla, Méico.2003.

Mondragón, S. L. *Sistemas de producción con jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero.* Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. Informe resumenfinal 2005-2007.4p.2008.

Mondragón, S. L. Ruiz, L. M. A. y Archundía, G. E. *Evaluación de cultivares de jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero en el Estado de México*. Informe. Instituto de Investigación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX. San Antonio la Isla, Méx., México.13p. 2009.

Pérez, G. M., y R. Castro, B. *Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero*. Boletín de divulgación No. 3 Programa Universitario de Investigación y Servicio en Olericultura. Departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 53 p. 1999.

Productores de Hortalizas. *Plagas y enfermedades del jitomate. Guía de identificación y manejo*. Suplemento especial. México. 46p. 2006.

Reed, W. D. *Water, media and nutrition for greenhouse crops*. Agrover guide. Ball publishing. Batavia Illinois. USA. 314p. 1996.

Rodríguez, D. A., Hoyos, R. M. y Chang, L. M. *Soluciones nutritivas en hidroponia formulación y preparación*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Centro de Investigación y Nutrición Mineral. La Molina, Lima, Perú. 99p. 2001.

Rojas, G. M. *Manual teórico-practico de herbicidas y fitorreguladores*. Editorial LIMUSA. México, DF. México. 116p. 1980.

Valdez, H. T. *Jitomate*. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Academia de Oleicultura. Texcoco, Méx. 33 p. 1999.

Un campo *Mexiquense* más productivo