



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y
ALIMENTACIÓN

Subsecretaría de Desarrollo Rural
Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural

10 Hidroponía rústica



La hidroponía ha sido utilizada en forma comercial desde hace 50 años y se ha adaptado a diferentes situaciones, tanto con cultivos al aire libre como bajo condiciones de invernadero. Este sistema de producción se usa en México, aunque requiere de mayor difusión. Es importante porque permite cultivar especies para el consumo humano en regiones donde no existe suelo, sobre concreto o en pequeñas superficies protegidas o no protegidas.



Hidroponia rústica

Es la técnica de producción intensiva de plantas, que se caracteriza por abastecer el agua y los nutrientes de manera controlada y de proporcionar a las plantas los elementos nutritivos en las concentraciones y proporciones más adecuadas, a través de una solución de elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg, S., etc.).

Para su aplicación se utilizan sustratos inertes diferentes al suelo a los que se les adiciona en forma constante una solución nutritiva, preparada a partir de fertilizantes comerciales; con esto se logra un medio que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo de los cultivos.

Ventajas

- Mayor eficiencia en la regulación de la nutrición.
- Utilización más eficiente del agua y los fertilizantes.
- Bajo costo en la desinfección del medio de cultivo.
- Mayor densidad de plantas
- Mayor producción por unidad de superficie y mayor intensidad del uso del terreno.
- Generación de empleo utilizando la mano de obra de la región.
- Aprovechamiento de pequeñas superficies en el traspatio para la producción de alimentos.

Estructura del sistema de producción en hidroponia

Sustrato. Es el material que permite un óptimo desarrollo de las plantas, al darle a la raíz la suficiente aireación, disponibilidad de agua y sanidad (es biológicamente estéril en un inicio y el mantener esta característica depende del manejo del cultivar que en él se desarrolle), así como facilitar la acción y efecto de la solución nutritiva, ya que el sustrato es químicamente inerte.

Existe una gran cantidad de sustratos que se pueden utilizar en hidroponia y entre los más utilizados están los siguientes: arena, grava, tezontle, ladrillo quebrado y/o molido, agrolita, vermiculita, turba vegetal (Peat Moss), aserrín, resinas sintéticas (poliuretano) y cascarilla de arroz, entre otros. Estos materiales se pueden utilizar en forma individual o en mezclas de dos o más de ellos de acuerdo a su compatibilidad y disponibilidad. A continuación se presentan las principales características de algunos de ellos.

Tezontle. El tezontle es el material triturado que proviene de las rocas volcánicas ígneas que se forman del magma expulsado por las erupciones volcánicas y son de color rojo o negro, de estructura vesicular y se localizan en la zona del eje neovolcánico del país.



Ladrillo molido. El ladrillo debidamente molido es apropiado solamente cuando está libre de mortero y pobre en cal. El material por utilizar se recomienda obtenerlo de las fábricas de ladrillo y después molerlo hasta el tamaño deseado que no debe ser mayor de 4 mm.

Aserrín. Es un sustrato que proviene del procesamiento de madera de pino y de oyamel; es muy barato y abundante en México y tiene una buena capacidad de retención de humedad, amplios espacios porosos que se pueden hacer variar de acuerdo al tamaño de sus partículas o mezclándolas con viruta. Un aserrín de buenas condiciones para hidroponía podría ser una mezcla de aserrín moderadamente fino, mezclado con una buena porción de viruta plana, ya que es mejor el movimiento de la humedad que con un aserrín grueso.

El aserrín antes de usarse se debe compostear y puede ser de la siguiente manera:

Por cada kilogramo de aserrín agregar 17.8 gramos de nitrato de amonio (o equivalente en nitrógeno como sulfato de amonio o urea), 5.0 gramos de superfosfato simple y 8.0 gramos de sulfato de magnesio.

Colocar la mezcla sobre plástico y regar con agua hasta humedecer completamente el sustrato, repitiendo los riegos cada tres días (cubrirlo entre riego y riego)

A los veinte días mezclar el aserrín, tratando de que la parte externa quede en el centro y viceversa.

El sustrato esta listo para ser usado a los 40 días, después de un buen lavado con agua.

Arena. Es un sustrato muy variable en tamaño, forma, composición y color. El diámetro de las partículas de arena más adecuadas oscila entre 0.5 y 2.5 mm. Las arenas que se pueden utilizar son las de río (lavada) y las de tezontle.

Recipiente

En todo sistema hidropónico de producción es necesario el uso de recipientes y/o contenedores para el sustrato en donde se van a desarrollar los cultivos, estos pueden ser: cubetas, ollas, macetas, bolsas de polietileno, huacales, laminas acanaladas, etc. Estos recipientes tienen distintos tamaños y formas y los materiales que se pueden utilizar son el concreto, asbesto, madera, lámina galvanizada, ladrillo, polietileno, cartón asfaltado, fibra de vidrio, etc.



Las tinas rectangulares son las más utilizadas y sus dimensiones van de 20 a 30 cm de profundidad, de 60 a 120 cm de ancho por el largo que se requiera, no excediendo más de 50 metros para evitar problemas en el manejo. Estas tinas pueden estar enterradas o colocadas sobre la superficie del suelo (Figura 1).

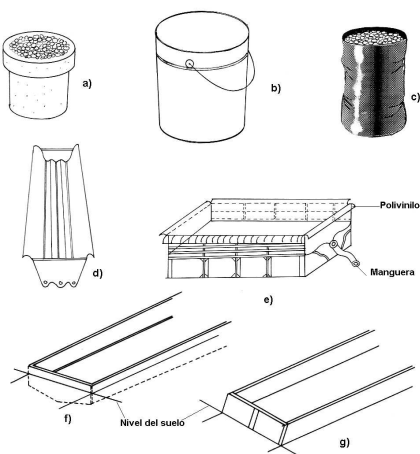


Figura 1. Recipientes rústicos a) maceta, b) cubeta, c) bolsa de polietileno, d) lámina acanalada, e) reja de madera con polietileno, f) tina enterrada escarvada con guarnición de madera y g) cama sobre nivel del suelo con costera de madera

Sistemas de riego

Los tipos de riego en hidroponía pueden ser:

Inundación. La solución es vertida directamente a la superficie del sustrato, para que después drene libremente y/o recircule según el sistema utilizado. Es usado generalmente para cultivo en arena en pequeña y mediana escala.

Subirrigación. La solución es aplicada por la parte inferior del recipiente que contiene al sustrato y es utilizado en el cultivo a pequeña escala (huerto familiar).

Aspersión. La aplicación de la solución se da con atomizadores sobre la parte superior del cultivo y se utiliza principalmente para cultivos ornamentales como clavel y rosal y en la obtención de plántula y enraizamiento de esquejes.

Capilaridad. El sistema consiste en colocar una fuente de agua y por un medio poroso buscar el ascenso capilar. Para la conducción de la solución hasta las raíces se emplea una mecha de tela mercerizada con propiedades capilares. Se utiliza para instalaciones caseras en arena y grava. Actualmente se comercializa todo este pequeño sistema en plantas ornamentales en macetas.

Goteo. En este sistema la solución se conduce en tuberías principales y secundarias de plástico, que descargan el agua por medio de goteros en forma de espagueti o dispositivos de goteo que de manera dosificada proporcionan el riego en la cantidad necesaria por día y por unidad de superficie (m^2) (Figura 2).

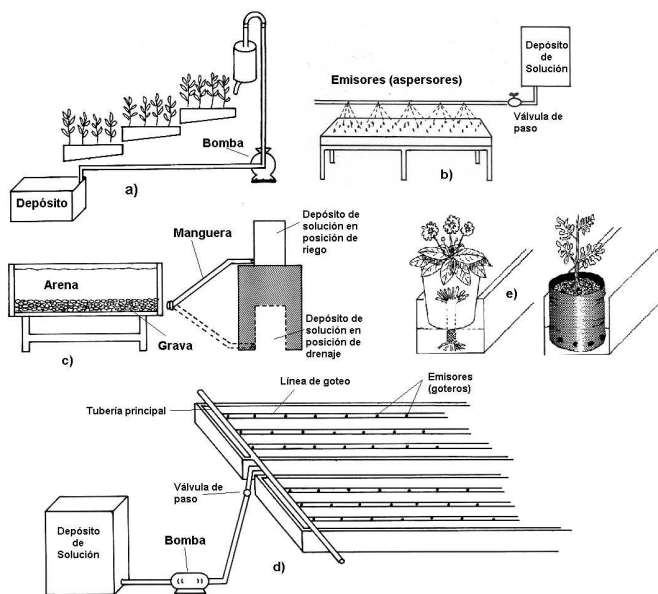


Figura 2. Sistemas de riego a) inundación, b) aspersión, c) sub-irrigación, d) goteo y e) capilaridad

Es importante señalar que la frecuencia de riego depende de la superficie del medio, del estado del crecimiento de la planta y de los factores climáticos: sustratos de tamaño relativamente grande deberán regarse con más frecuencia que los sustratos de menor tamaño. En instalaciones al aire libre, un tiempo caluroso y seco, acompañado por vientos, da lugar a una rápida evaporación y se hace necesario el riego con mayor frecuencia.

Estructura de soporte

En la técnica de hidroponía es necesario conducir el desarrollo de las plantas por medio de estructuras especiales denominadas soportes o tutores, que tienen la función de proporcionar sostén y guía a las plantas que lo necesiten. El jitomate por ejemplo necesita un sostén para que su tallo soporte el peso de los frutos. El tutoraje requiere de materiales como; madera, plástico, fierro, cañas o bambú, alambre no muy grueso y flexible; para atar las plantas a los tutores se utiliza raffia, piola, hilaza, etc.

En cuanto a los tipos de tutores, estos se pueden adaptar a los contenedores; las formas de estructuras de soporte se describen a continuación:

Individual o simple. Consiste en colocar junto a cada planta, un tutor, que puede ser un



palo enterrado en el sustrato, o un hilo amarrado a la estructura del invernadero y con su variante en W como se ilustra en la Figura 3a.

Caballote. Este tipo lleva dos o más tutores inclinados y asegurados mediante alambre; el empalado puede ser doble, triple y piramidal como se muestra en los diagramas (Figura 3b).

Enramada o Espaldera. Se colocan postes en cada hilera de plantas y se unen por medio de alambres amarrados a diferentes alturas del poste, presentando variantes como el tipo Danés o en T y el tipo de red horizontal (Figura 3c).

Planta. En un sistema hidropónico es posible la producción de todas las plantas, pero normalmente se utilizan cultivos de ciclo corto, de porte pequeño y son los huertos familiares en donde se cultivan las especies que son del gusto y de la dieta familiar. Por otro lado, se puede manejar la hidroponía para producir a mediana y gran escala, o a nivel semicomercial y comercial, lo cual implica cultivar únicamente, las especies hortícolas, florícolas y medicinales, que por su alto valor en el mercado, paguen una inversión inicial elevada y reditúen a la vez altos beneficios económicos.

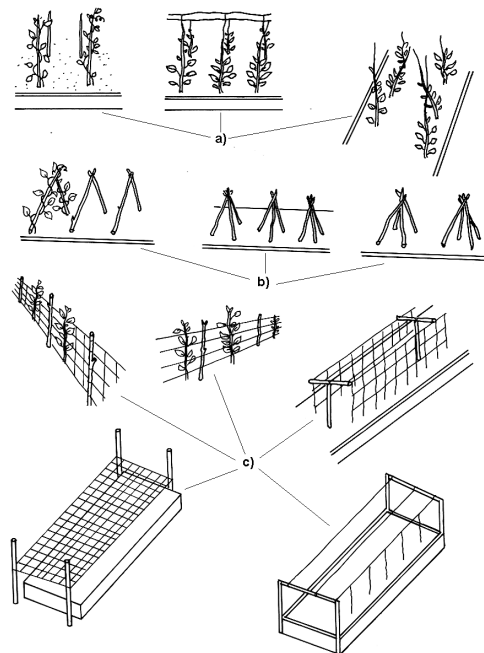


Figura 3. Estructura de soporte a) individual o simple, b) caballote y c) enramada o espaldera

Solución nutritiva

Es el conjunto de sales inorgánicas (fertilizantes) disueltas en el agua de riego, que origina una solución con nutrientes asimilables y en proporciones adecuadas, de los elementos nutritivos requeridos por las plantas, como son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Azufre

(S), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).

El agua para preparar las soluciones nutritivas a utilizar debe ser de pozo, arroyos o ríos; hay que evitar el uso de aguas residuales o que contengan altos contenidos de sales. En caso de tener dudas sobre la calidad del agua se recomienda analizarla.

Fuente de elementos nutritivos

Los fertilizantes comerciales son las fuentes más importantes para proporcionar los elementos nutritivos; los que más se utilizan en la hidroponía comercial y en los huertos familiares se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales fuentes de elementos nutritivos que se utilizan para formar una solución

Fuente	Fórmula	Elementos que aporta	N-P-K
Nitrato de Potasio	KNO_3	N y K	
Nitrato de Calcio	$Ca(NO_3)_2$	N y Ca	
Nitrato de Amonio	NH_4NO_3	N	33.5-0-0
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	N y S	20.5-0-0
Fosfato Monoamónico	$NH_4H_2PO_4$	N y P	11-48-0
Fosfato Diamónico	$(NH_4)_2HPO_4$	N y P	18-46-0
Cloruro de Potasio	KCL	K	0-0-60
Superfosfato de Calcio Simple	$CaH_4(PO_4)_2$	P y Ca	0-20-0
Superfosfato de Calcio Triple	$CaH_4(PO_4)_3$	P y Ca	0-40-0
Acido Fosfórico	H_3PO_4	P	
Sulfato de Calcio (Yeso)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Ca y S	
Sulfato de Magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Mg y S	
Sulfato Ferroso	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Fe y S	
Sulfato de Manganeso	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	Mn y S	
Acido Bórico	H_3BO_3	B	
Tetraborato de sodio	$Na_2B_4O_7$	B y Na	
Sulfato de Cobre	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Cu y S	
Sulfato de Zinc	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Zn y S	



Solución Nutritiva

La preparación de la solución nutritiva se logra agregando al agua las diferentes sales señaladas en el Cuadro 1. La solución estándar que se recomienda para los cultivos que se utilizan en traspatio se especifica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes necesarios para preparar 1000 litros de una solución nutritiva básica completa para el riego de cultivos

Fertilizante Comercial	Cantidad requerida(g)	Nutrientes que aporta
Nitrato de Calcio	1290	Nitrógeno y Calcio
Sulfato de Amonio	240	Nitrógeno y Azufre
Sulfato de Potasio	560	Potasio y Azufre
Acido Fosfórico al 85%	220	Fósforo
Sulfato de Magnesio	600	Magnesio y Azufre
Sulfato Ferroso	15	Fierro y Azufre
Sulfato de Manganeso	2	Manganeso y Azufre
Bórax	4	Boro y Azufre
Sulfato de Cobre	0.4	Cobre y Azufre
Sulfato de Zinc	0.4	Zinc y Azufre

Con estas cantidades de los fertilizantes o sales utilizadas se obtiene una solución con las siguientes concentraciones de cada elemento en g/1000 litros, mg/lit o ppm: Nitrógeno 250, Fósforo 60, Potasio 250, Calcio 285, Magnesio 60, Azufre 240, Fierro 3, Manganeso 0.9, Boro 0.5, Cobre 0.1 y Zinc 0.1.

Con esta solución no se aplica Cloro y el Molibdeno que son elementos esenciales que se requieren en pequeñas cantidades, pero es posible, que estos microelementos se encuentren como impurezas en los fertilizantes considerados o en el agua de riego no siendo necesaria su inclusión en la solución.

La solución nutritiva se puede aplicar mediante un sistema de riego por goteo, desde el momento de la emergencia de las plántulas, en la cantidad suficiente para mantener húmedo el sustrato a una dosis de 5 a 10 litros por m^2 por día. Esta dosis se programa en 2 riegos; el primero entre las 10 y las 11 y el segundo entre las 14 y las 15 horas. Para evitar acumulación de sales cada ocho días se puede dar un riego con agua sola. El tiempo de riego para dar los 5 a 10 litros por m^2 por día se obtiene mediante el aforo periódico del gasto de solución por emisor, considerando el número de emisores por m^2 .



Depósitos para la solución nutritiva

Estos depósitos son utilizados para preparar y almacenar la solución nutritiva que se va distribuir en las tinas o camas de cultivo por medio de los diferentes sistemas de riego. Estos depósitos son contruidos con los materiales, tamaño y forma adecuados y es muy importante la impermeabilización y la cubierta obscura con el fin de impedir el paso de la luz hacia la solución preparada. De esta forma se evita el desarrollo de algas que consumen los nutrimentos de la propia solución.

En los sistemas rústicos, se pueden construir los depósitos en excavaciones hechas en las cercanías de las camas de cultivo. Por lo general, estas excavaciones que funcionarán como depósitos tienen un metro de ancho y de profundidad, con largo que va de 3 a 10 metros lo que da una capacidad de 3,000 a 10,000 litros. Estas excavaciones deberán estar recubiertas únicamente con polietileno o con una capa de ferrocemento de unos 4 cm con pintura impermeabilizante (Figura 4).

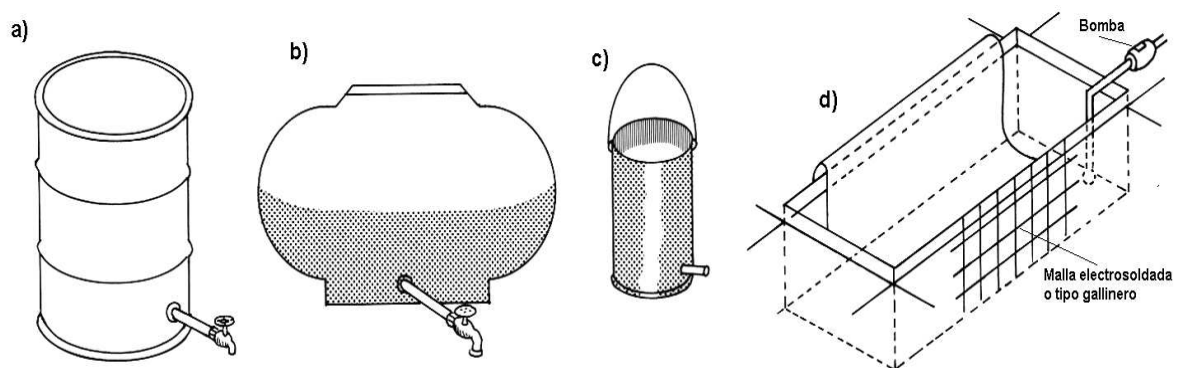


Figura 4. Depósitos para almacenar y dar el riego con solución nutritiva a) tambo de 200 l, b) tinaco de asbesto de 1,000 l, c) bote de plástico de 20 l y d) cisterna de ferrocemento 10,000 l.

Es recomendable contar con dos tipos de depósitos, uno para el agua y otro para preparar y almacenar la solución nutritiva.

Camas hidropónicas de cultivo

Estas estructuras son denominadas tinas, bancales o camas hidropónicas que pueden ser de tal tamaño que proporcionen un sistema de drenaje eficiente y accesible para poder realizar las labores culturales. Existen dos tipos de camas:

Camas bajas. Son aquellas formadas con una excavación poco profunda cuyas paredes pueden ser cubiertas solamente con plástico o reforzadas con guarniciones delgadas, contruidas con concreto armado (ferrocemento), concreto simple, asbesto o madera y cubiertas después con plástico o pintura.



Camas altas. Son las construidas sobre la superficie del suelo, en donde las guarniciones son imprescindibles para contener el sustrato, auxiliándose en ocasiones con estacas de madera o fierro.

Una variante del tipo de cama elevada es la de asbesto que es una lámina acanalada de las utilizadas para los techos y que es empleada en sistemas hidropónicos a cielo abierto, ya que su drenaje es muy eficiente.

Las dimensiones que más se utilizan para las camas altas y bajas depende de la inversión que se desee realizar, la superficie disponible y de la cantidad de agua disponible.

Construcción de las camas. Esta se inicia con una excavación de 20 a 30 cm de profundidad en las camas bajas, mientras que en las camas altas se colocan las guarniciones de 20 a 30 cm, enterradas de 5 a 7 cm y en ambos casos se recomienda un declive o pendiente longitudinal para el drenaje de aproximadamente 1%.

El ancho de la cama recomendable es de 1.2 metros y el largo puede variar de 1 a menos de 50 metros, para evitar dificultades con el manejo del cultivo. Por lo general, es recomendable dejar pasillos de 45 a 60 cm de ancho, para tener acceso a las camas de siembra y realizar holgadamente las labores culturales.

En las camas bajas, se construyen las guarniciones cuidando de que sobresalgan de 5 a 10 cm del nivel del suelo.

En ambos tipos de camas, se construye un declive, pudiendo hacerse con una lechada de cemento, ya sea en las paredes o en el piso, sobre todo si el sistema hidropónico se va a manejar a cielo abierto o va a emplearse un sustrato con drenaje deficiente. Se procede a cubrir la cama con el polietileno, perforando éste hacia donde vaya el declive. Si la cama está recubierta con guarniciones y declives de cemento, se puede impermeabilizar la tina con pintura y se procede al llenado con el sustrato elegido. Este proceso se ilustra en la Figura 5.

Sistema de siembra

Existen dos sistemas:

Siembra directa. Se realiza con aquellas semillas que por su tamaño no tienen problema de germinación (calabacita, pepino, acelga, rabanito, espinaca, betabel, cilantro, perejil, apio, y se siembran directamente en el medio en el que se va a cultivar a una profundidad no mayor de tres veces su tamaño, depositando de 2 a 3 semillas según la distancia entre plantas. Después de



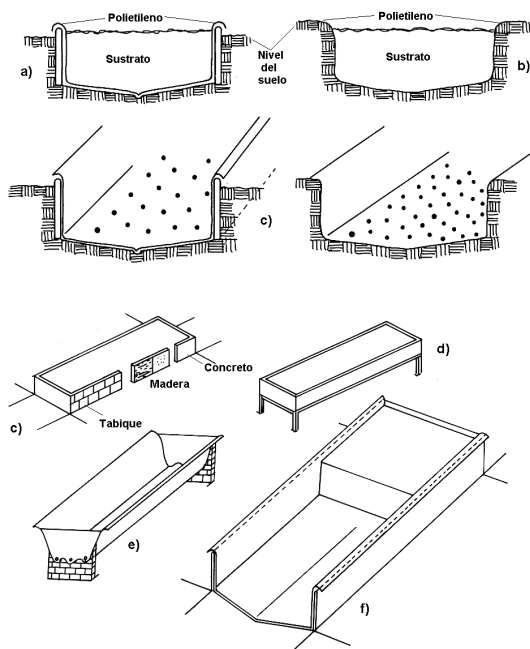


Figura 5. Camas o tinas hidropónicas tipo rústico. a) Cama excavada con paredes de madera y cubierta de polietileno, b) cama excavada y forrada de polietileno, c) cama elevada sobre el terreno, d) cama elevada con soportes, e) cama elevada de lámina acanalada de asbesto y f) cama alta de madera, etc.)

que las plántulas se han establecido se hace un “aclareo” dejando las más vigorosas para un buen desarrollo; en algunos casos, las plantas que se sacan por aclareo sirven replantar en lugares donde falló la nacencia; esta labor se realiza después de dar un riego para lo cual facilita la extracción de las plántulas y se reducen los daños a las raicillas.

Siembra en almácigo (para trasplante). Cuando la semilla es pequeña y su germinación es difícil, la siembra se hace en almácigo para proporcionar a ésta, un medio favorable en su germinación, además de un desarrollo rápido y vigoroso para la planta. Cultivos como el chile, tomate, lechuga, col, brócoli y coliflor son los que mayor se adaptan al trasplante, ya que se puede tener planta para hacer las reposiciones necesarias y programar los escalonamientos de las siembras.

Bibliografía de apoyo

Espinoza R., P. 1985. *Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponia bajo invernadero*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Resh M., H. *Cultivos hidropónicos*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Sánchez del C. F. y E. Escalante R. 1989. *Hidroponia*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Responsables de la ficha:

M.C. Policarpo Espinosa Robles

Departamento de Fitotecnia, UACH
Carr. México-Texcoco km 38.5
56230 Chapingo, México
Tel. y fax (595) 4 09 57

Ing. Luis Manuel Espinosa Mendoza

Cerrada Emiliano Zapata No. 21
56200 Tocuila, Edo. de México
Tel.: 01 (595) 4 94 09
Tel. (5) 2 64 58 05 y 2 64