

"CULTIVOS SIN SUELO. PRINCIPIOS BÁSICOS
TÉCNICAS DE IMPLANTACIÓN Y MANEJO."

FRANCISCO CANOVAS MARTINEZ

CULTIVOS SIN SUELO-PRINCIPIOS BÁSICOS -TÉCNICAS DE IMPLANTACIÓN Y MANEJO-

1). FACTORES DE PRODUCCIÓN.

Cada planta tiene un potencial productiva dependiente de su datación genética. La -Función está condicionada par múltiples -Factores a parámetros, de cuya grada de optimización dependerá el nivel productiva alcanzada. El potencial máxima es en la práctica un objetiva inacesihle, ya que cualquier desviación en una sala de las factores a-Fectará la respuesta, al estar sometida a la ley de las "umbrales mínimas", par la cual el -Factor más des-Favarable condiciona el resultada.

Las -Pactares de producción pademas agruparlas en tres conjuntas:

a) Factores culturales, entre las que incluimos las típicas de conducción y maneja cama: Fitosanitarios, podas, marcas de plantación, etc., que condicionan par acción ú amisión la respuesta productiva.

b) Factores ambientales, como: Temperatura, humedad relativa, luz, concentraciones de oxigena y anhrídrida carbónica, etc.

La planta sintetiza, por la -Fotosíntesis, los carbohidratos y derivadas evolutivas como elementos de reserva, de los que obtiene, en su momento, la energía que necesita por reacciones oxidativas (respiración). El balance energético de la planta se verá tanto más -favorecida cuanto más se potencia la -Fotosíntesis y menos energía consume la planta en sus procesos. Para ella, serán -favorables en el ambiente niveles adecuados de CO₂, intensidad luminosa y humedad relativa (GRADIENTE DE PRESIÓN) que favorecerá la -Función clorofílica, mientras que una temperatura óptima activará las -Funciones biológicas y evitará gastos de energía por exceso de transpiración.

c) Factores de la rizosfera, entre los que cabe destacar: Disponibilidad de aire, agua, nutrientes y temperatura adecuada.

Desde el punto de vista de los sistemas de cultivo, este grupo de factores es el que más nos interesa conocer, por lo que pasamos a estudiar más detalladamente en el siguiente apartado.

2) . PROPIEDADES DE LA RIZOSFERA.

Las plantas utilizan un medio Físico para el desarrollo de sus raíces y las características de este definen y diferencian las distintos sistemas de cultivo.

La raíz suministra a la planta el agua y disueltas en ella, las nutrientes minerales que necesita. Para un menor gasto de energía deberá hallarlas en su entorno fácilmente disponibles. La energía necesaria la obtendrá por oxidación de los compuestos energéticos que le llegan sintetizados de las hojas, para la que necesitará del oxígeno del aire, que debe encontrarse en su entorno en cantidad suficiente.

La raíz, como parte viva de un ser vivo, desarrolla múltiples y sensibles reacciones bioquímicas sometidas a la influencia de la temperatura. Esta deberá ser la apropiada, en el medio de cultivo, para no dificultarlas o impedir las.

El medio deberá tener suficiente volumen para ubicar el sistema radicular completo, a la vez que una consistencia adecuada que permita la fácil penetración de las raíces y sirva de anclaje a la planta.

Todas estas propiedades deben encontrarse, en un mínimo grado, en cualquier material que se pretenda utilizar como sustrato de un cultivo. A excepción de la función de anclaje, de las que podemos prescindir en los cultivos de invernadero por su peculiar estructura, todas las demás deberán estar presentes a niveles óptimos en un buen sistema de cultivo sin suelo.

3) . DIFERENCIAS ENTRE SUELO Y SUSTRATOS.

Aunque las características de las sustratos difieren de unas a otras según su propia naturaleza, hay algunas comunes que las diferencian claramente del suelo.

La principal diferencia es el volumen, que en las sustratos, en mayor a menor grado y dependiendo de sus características y naturaleza, siempre es muy pequeña y generalmente distribuida en unidades aisladas entre sí y del suelo. Dentro de estas unidades se da una dinámica fisico-química-biológica propia, con un equilibrio final condicionada y restringida a su propio confinamiento.

El suelo es un conjunto, no solo más voluminoso, sino más indefinido en sus límites, por lo que está sometido a una dinámica más compleja e influida por las características del subsuelo.

Tal vez la diferencia más notable sea debida a las propiedades físicas de ambas. Aire y agua, imprescindibles para la raíz, ocupan de un modo excluyente la porosidad del medio. En el suelo la porosidad es fina y escasa y el agua es retenida en pequeñas cantidades a tensión elevada, por el libre juego de las fuerzas gravitacionales, mientras el aire ocupa principalmente las macroporos. En las sustratos la porosidad debe ser necesariamente alta para compensar el poca volumen utilizada. Aire y agua están presentes en un equilibrio determinada por el grosor de las capas y la altura del contenedor (efecto recipiente), estando las fuerzas

gravitacionales limitadas por el fondo del contenedor, que la separa del suelo. La fuerza de retención del agua es aquí mucho más débil. Por tanto vemos que el suelo tiene un comportamiento "seco" y un equilibrio aire/agua favorable para una retención de agua de 10-20 centímetros. En estas condiciones el porcentaje de agua útil V/V es muy reducida. El comportamiento de un buen sustrato es contrariamente muy "húmedo", ofreciendo un elevado porcentaje de agua útil a baja tensión (10-50 cms c.d.a) sin que a pesar de esto sufra de carencia de aire debida a su tipo de porosidad.

Otra diferencia notable es la, en general, falta de homogeneidad del suelo, frente a la de cualquier sustrato mínimamente tipificada, esta favorece el manejo del cultivo al permitir un tratamiento favorable ante demandas uniformes.

La diferencia de comportamiento suelo-sustratos desde el punto de vista físico-químico y biológico merece la pena apuntarla, ya que la diversidad de suelos y sustratos, hace a veces la diferencia más acusada, entre ellas, que respecta al oponente.

El comportamiento térmico suelo-sustratos es generalmente muy distinta. El suelo por su gran volumen y relativamente pequeña superficie de intercambio sólido aire, se enfría o calienta muy lentamente. Su gran inercia térmica ocasiona más oscilaciones de temperatura día/noche prácticamente despreciables, presentando un lento calentamiento primavera-verano y un lento enfriamiento otoño-invierno. Las características del sustrato (volumen -superficie) ocasionan

unas respuestas distintas. La inercia térmica es aquí mucha raenar y las temperaturas siguen, con un diferencial determinada, las oscilaciones día-noche de las ambientales.

Todas estas características inducen otras de maneja y respuesta que tienden a distanciar aun más las condiciones de cultiva en que deben desarralarse las plantas.

4). CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTRATOS ADECUACIÓN PARA SU UTILIZACIÓN EN CULTIVOS SIN SUELO.

La porosidad es la característica -física más importante de un sustrato. Puesta que el volumen utilizada es pequeña y su aparte a la nutrición, si la hay, limitada, la principal función que se le asigna a un sustrato es la de continente de aire y solución nutritiva. Interesa pues que tenga una porosidad útil máxima, compuesta na sala par la interparticular, sino par la interparticular abierta, si la hay.

El tipa de paras más interesante es el de tamaña media, pues aunque el comportamiento del sustrato viene condicionada par el "efecto recipiente", si las paras san grandes el aire será la fase predominante y si san pequeñas la será la fase liquida, par la que el equilibrio aire/agua se desplazará en una u atra sentida alejándose del iddnea.

El sustrato deberá tener una estructura homogénea y estable, sin cambios en espacio a tiempo que alteren sus propiedades físicas. Todos los sustratos tienen un comportamiento muy semejante ante los cambios de temperatura, ya que al tener una humedad muy alta son buenos conductores del calor y su inercia térmica es baja. No obstante, sus cualidades físicas conforman y determinan el sistema al que sirve de base y el comportamiento de este será distinto según volumen, forma, superficie y naturaleza de las paredes del contenedor.

La capacidad de intercambio catiónica (C.I.C.) es una característica físico-química propia de algunos sustratos. Esta propiedad puede considerarse como favorable o desfavorable según la finalidad del sustrato y tecnología empleada. Al actuar como tampón temporal en la solución estática, dificulta la modificación del equilibrio químico. Si el cambio es voluntario, lógicamente la C.I.C. es negativa, pero si el cambio es por error o avería supone una garantía de estabilidad. Las modernas sustratos empleadas en hidroponía tienen una mínima C.I.C. sin embargo para plantas en maceta se prefieren sustratos con alta C.I.C., por el tipo de riego y abanada que reciben.

Aunque la mayoría de los sustratos de las sustratos son químicamente inertes, hay algunas activas que por reacciones de disolución o hidrólisis, apartan elementos a la solución modificando su composición y equilibrio. Conocidas sus

propiedades. Las e-fectas distorsionantes pueden generalmente corregirse previendo sus apartes a la hará de -formular la solución nutritiva. En toda casa siempre es un engarra, pues hay que mantener una cierta vigilancia ya que su actividad química puede cambiar con el tiempo y aun sus propiedades -físicas al su-Frir un procesa de "desgaste".

Las sustratos orgánicas san, en general, biológicamente activas, dependiendo el grada de actividad tanta de -Factores externas (Temperatura, aireación, humedad, etc.) cama de su prapia composición química, ya que la presencia de ciertas compuestas (taninas, terpenas etc) a la relación entre atrás (lignina/celulasa) -Frenan • -favorecen dicha actividad.

La fermentación es una cualidad negativa en un sustrato ya que las microorganismos compiten con las plantas por las nutrientes y oxigena disponible y además producen una degradación de las características físicas del sustrato, compactándola y mineralizándola.

Características extrínsecas a la prapia naturaleza del sustrato pueden tener una gran influencia a la hora de su aplicación. Así habrá que tener en cuenta aspectos tales cama: caste en destina, facilidad de suministra, manejabilidad física, duración, contaminación, etc.

5). ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DE LOS PRINCIPALES
SUSTRATOS USADOS EN CULTIVOS SIN SUELO.

Entendemos par sustratos naturales aquellas que se utilizan en su estada primitiva, sufriendo coma mucha ligeras tratamientos, tales coma clasificación, limpieza, etc.

De entre las sustratos utilizadas, tal vez las mas favorables sean las naturales de origen mineral (gravas y arenas) a volcánica (puzalana, picón, etc.). Todas ellas tienen una característica favorable común y es su baja caste en arigen, la que permite su usa en zanas próximas can volúmenes relativamente importantes, que compensan en parte sus pobres cualidades.

Tienen en general una densidad aparente alta (1,6 grava a 0,7 puzalana), la que dificulta mucha su maneja. La porosidad es media-baja en arenas y grava (35-40X) y toda externa, mientras que en las materiales volcánicas es muy superior debida a su porosidad interna (60-70%) aunque parte de ella es inservible por cerrada (puzalana) a mínima tamaño (Picón). La porosidad útil, finalmente, es muy parecida y al predominar las "lacra, . . . , su aireación es buena, pera adolecen de falta de retención e agua. San sustratos apropiados para ser utilizadas en capas bajas y anchas, can riegos frecuentes, preferiblemente par subirrigación.

Las arenas y gravas calizas son químicamente activas, presentando una gran dificultad al control del pH., mientras las arenas silíceas y volcánicas son prácticamente inertes. La C.I.C. en estos sustratos es muy baja, en la mayoría casi nula a despreciable.

Su posible contaminación depende de la situación de su lugar de extracción.

En general su uso tiende a disminuir rápidamente, pudiendo considerarse como residual en la mayoría de las casas.

Los sustratos naturales orgánicos constituyen el grupo más numeroso, ya que en él se pueden incluir gran número de desechos agrícolas y residuos urbanos, que en ciertas condiciones y en general con muchas dificultades, podrían utilizarse como tales. El más usada es la turba, principalmente la de tipo "Rubia" o bien mezcla Rubia-Negra. Entre sus cualidades positivas cabe destacar su baja densidad aparente y consecuente alta porosidad, con una gran capacidad de retención de agua, tiene también una alta C.I.C. que puede ser positiva según el uso a que sea destinada.

De sus cualidades negativas, muy numerosas, podemos señalar: coste elevada, pobre aireación, degradación biológica, escasez creciente por agotamiento de turberas y problemas ecológicas, alta C.I.C. que es negativa si se destina a ciertos tipos de cultivo, etc.

El uso, como sustrato, de ciertos productos orgánicos casi no se da actualmente. En ciertas casas y por oportunidad excepcional (Bajo coste como subproducto próximo) pueden ser utilizadas algunos materiales en ciertas zonas. De entre las más usuales podemos destacar las cortezas de pino y serrín en zonas próximas a las serrerías, siendo productos aceptables gracias a su lenta actividad biológica debida a su contenido en lignina y taninos.

En el grupo de sustratos artificiales incluimos a las que han sufrido procesos de fabricación más o menos complicados, generalmente térmicos. La mayoría son materiales originariamente destinadas a otros fines, principalmente la construcción y que en vista de sus cualidades y tras pequeñas modificaciones se han utilizado como sustratos. Entre las principales podemos citar: lana de roca, fibra de vidrio, Faam, vermiculita, perlita, etc.

Todas tienen una gran porosidad (superior al 90%) bien sea de tamaño medio-grueso (Lana, Faam, perlita gruesa), bien de tamaño medio-fino (Vermiculita, Perlita, Fibra de vidrio) la que les confiere una gran capacidad de retención de aire + agua, dependiendo la relación en volumen de ambas fluidas del efecto recipiente (altura del mismo).

2 Par el procesa de -Fabricacidn (Alta temperatura) se encuentran completamente libres de gérmenes y organismos vivas. Son homogéneas, can estructura estable, escepta vermiculita que pierde porosidad can el tiempo par unión de Palíalas. Frágiles

de resistencia, especialmente fibra y lana can rigidez artificial par media de resinas fendlicas. Todas ellas químicamente inertes y C.I.C. muy baja a nula, escepta vermiculita (70-150 m.e.g./100 grs.)

A escepcidn de vermiculita que se suele mezclar can turba para semilleros a macetas, las restantes tienen un muy buen comportamiento cama sustratos en cultivas hortícolas, permitiendo par sus características un maneja auténticamente hidrapdnica.

El principal inconveniente que presenta es el coste, en mayar a menar grada muy elevada para todas ellas debida a las procesas de fabricación. Esta abliga a usar volúmenes unitarias reducidas, la que significa equilibrio precaria de condiciones y grandes necesidades de infraestructura. (Principalmente de riego).

El coste del sustrato, la necesidad en instalaciones, fiabilidad y facilidad de manejo, nos inclinará par la adapción de una u otra sistema cama más apropiada en cada casa.

6). **PRINCIPALES DIFICULTADES PARA LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS SIN SUELO EN ALMERÍA. SISTEMAS ACONSEJÁBALES.**

En Almería, la mayoría de invernaderos son muy sencillas y hasta rudimentarias. Su pobre infraestructura supone el primer inconveniente para la implantación de las cultivos sin suelo, a las que difícilmente se les podrá sacar toda el partido posible al no poder controlar a nivel adecuada algunos factores de producción (T.H.R. etc.)

Almería reúne otras varias características que dificultan la implantación de sistemas tan sofisticadas. De entre todas podemos destacar como las más importantes su climatología, topografía y calidad de agua de riego.

El clima almeriense, típicamente mediterránea, está sometida a fuertes oscilaciones térmicas, con temperaturas suaves en invierno y muy altas de primavera a verano. En invierno, con noches largas de temperaturas bajas, la raíz de la planta está inactiva la mayor parte del tiempo. En el verano pasa justo al revés y es durante el día cuando la raíz sufre las excesivas de temperatura, llegando a niveles próximos al máxima letal.

Los cultivos sin suelo por su bajo volumen unitario, necesitan un sistema de riego localizado de alta frecuencia y

baja caudal. Las desniveles del terreno de asiento dificultan y encarecen las instalaciones de riego, obligando, en la búsqueda de la necesaria uniformidad de descarga, a una sectorización que implica gran emplea de valvulería, reguladores, etc. que complican la instalación y obliga a una constante atención de mantenimiento.

Otra -factor negativa muy importante es la calidad del agua del riego, que en Almería es en general excesivamente salina. Algunas de las elementos disueltos son útiles como nutrientes y pueden extraerse de las cantidades apartadas para compensar la solución, pero las más son perjudiciales y habrá que evitar que sobrepasen determinada concentración, para la que es necesaria apartar al sustrato riegos excesivos que arrastren sales y eviten su concentración indefinida. Pero el agua drenada no solo lleva sales perjudiciales sino también nutrientes, por lo que esta operación supone un coste económica, tanto mayor cuanto mayor sea el porcentaje de drenaje necesario por una mayor salinidad del agua. Si esta es muy alta, aun con drenajes importantes, la salinidad alcanzada en el sustrato ocasionará una merma de producción.

Conocidas estas dificultades, el sistema de cultivo que mejor se adapte será el más aconsejable para las particulares condiciones de la zana.

Respecta a la temperatura, se elegirá el sistema que tenga una mayor inercia térmica en evitación de -Fuertes oscilaciones en la raíz. Para ella será positiva un mayor volumen unitaria del sustrato, -Forma del contenedor, con baja índice super-Ficie/volumen, grosor de sus paredes, material de que esta hecha, etc.

La solución a los problemas dependientes vendrá por medio de la ingeniería en el diseño y ejecución del sistema de riego, pero lógicamente la solución será más barata, sencilla y -Fiable mientras menos exigente en frecuencia y caudal de riego sea el sistema de cultivo. Cuanto menos riegos y más caudales, menos descarga de colectores habrá y menor diferencia porcentual de caudales al poder trabajar con presiones más altas.

Si el agua de riego es de calidad mediocre, la posibilidad de lavado de sales debe ser perfecta en evitación de "balsas salinas". El sistema debe permitir riegos de suficiente descarga para que el descenso sea uniforme y arrastre las sales en toda el frente. La permeabilidad del sustrato deberá ser la apropiada para favorecer la dispersión horizontal del agua, a la vez que el descenso sea lo suficiente rápida para no ocasionar un déficit estacional de oxígeno. La elección del binomio sistema de riego sistema de cultivo es en este caso fundamental.

7) . IMPLANTACIÓN DE UN CULTIVO SIN SUELO. CONSIDERACIONES
Y ESTUDIOS PREVIOS.

Can la implantación de un cultivo sin suelo se pretende una mejora en el resultado económica y puesto que estos sistemas son más caros en implantación y manejo que un cultivo en suelo, deberemos incrementar la producción y a mejorar la calidad para compensar el incremento de castas. ¿Cuándo son claramente favorables los cultivos sin suelo?. En primer lugar cuando se cuenta con medias y conocimientos suficientes para un manejo idónea del cultivo, que permita sacarle todo su potencial y en segundo lugar cuando los problemas de suelo son tan graves por diversas causas (salinización, infección, degradación, etc.) que aun sin sacar toda el partida al nuevo sistema, su diferencial productivo con el suelo es tal, que resulta claramente favorable.

Antes de tomar la decisión definitiva conviene un estudio previo, hecha por un especialista, que a la vista de las diversas condicionantes (Especie, ciclos, calidad de agua, pendiente del suelo, estado y tipo de invernadero, etc.) aconseje en las soluciones de infraestructura necesarias y sistema apropiada.

A la vista de las soluciones propuestas y su coste, el agricultor decidirá teniendo en cuenta las expectativas de mejora en resultados que se le presentan.

Generalmente la valoración del incremento de producción es •fácil, al ser una relación lineal y directa, pero facetas como apartunismo y calidad están más ligadas al sector comercial y su valoración económica dependerá del tipo de conexión del productor con dicho sector (cooperativa, subasta, comercialización directa, etc.). En toda casa estamos en un momento de transición y es de esperar que la mejora de calidad sea una exigencia que se impondrá a una muy larga plaza, la que abre grandes perspectivas para los cultivos sin suelo, particularmente para los hidropónicos.

S) . MANEJO DE CULTIVOS SIN SUELO. PRINCIPALES RECOMENDACIONES.

Como vimos anteriormente, las diferencias en la parte aérea entre cultivos sin suelo y en suelo son mínimas. En ambas casas se mantendrán las prácticas culturales y sanitarias usuales y los factores ambientales tan próximos a niveles óptimos como sea posible.

El manejo adecuado en un cultivo sin suelo consiste en mantener los parámetros de la rizosfera a niveles óptimos y sin •fluctuaciones.

Una vez establecida el cultivo, en un sistema determinada, para se puede hacer respecto a la temperatura de raíz sino tomar algunas medidas -Favorables complementarias. Así intentar regar en las periodos en que el agua se encuentra a temperatura más Favorable, actuar sobre la temperatura ambiente(blanquea, dable plástica, etc.) buscando un efecto inducida sobre la de raíz, etc.

Para el resto de Factores de la rizasPara se conseguirá su adecuación mediante el manejo de la -Fertirrigación.

Elegidas sistemas de riego y cultivo adecuada, a las que se les habrá exigida previamente buena distribución de caudales y suficiente aire en saturación (25-30"/ v), para un correcta maneja sala necesitamos prefiar equilibrio y concentración de la solución nutritiva y secuencia y cuantía de las riegos.

Para la formulación de la solución nutritiva, conoceremos previamente la composición del agua de riego y añadiremos las nutrientes apropiadas para, complementadas con las existentes en el agua, alcanzar en la solución el equilibrio y concentración adecuadas para la especie y variedad cultivada. Usualmente la solución se prepara concentrada (Solución madre) para posteriormente diluida (1/100-1/200) conseguir la solución de riego. En este caso la solución madre viene separada por elementos en dos recipientes para evitar precipitaciones.

El agua de riego tiene también elementos químicos perjudiciales y que no queremos sobrepasen una determinada concentración (C2) en el sustrato. Si la concentración en el agua, del que consideramos más perjudicial, es C1, para no sobrepasar C2 en el sustrato necesitamos lavar por medio de un y.Á de drenaje según la siguiente fórmula $X = 100 C1/C2$. Como pretendemos que el sustrato se mantenga constantemente en unas condiciones de equilibrio óptimas. Repondremos la solución consumida por la planta en cuanto alcance un porcentaje mínimo de la existente en el sustrato (5-10%). Con esta conseguiremos mantener la relación aire/agua, con ligeras fluctuaciones y la solución nutritiva equilibrada

Determinada el volumen de riego, que generalmente traduciremos a tiempo conocida la descarga de las gateras, ya sola nos resta fijar los momentos apropiados para el riego. La orden de riego vendrá dada al ordenador automáticamente en cuanto el contenedor pierda el porcentaje de solución preestablecida, los automatismos son de diversa índole, tales como diferencial de peso, diferencial de volumen por depósito de reserva y conductancia capilar, modelo integrado de consumo con variable radiación luminosa, etc. Si no se dispone de automatismos y los riegos son manuales, habrá que disponerlos de tal forma que los drenajes, tras cada uno de ellos, se ajusten a las teóricas, para lo que será útil la experiencia de días anteriores.

Hay que hacer incapié en la especial importancia de la secuencia de riegos, las condiciones que cuentan son las de la solución estática del sustrato y los apartes sala sirven para mantenerlas. Las concentraciones de absorción de agua y nutrientes varían con las condiciones ambientales, variedad, estado del cultivo del cultivo etc., que habrá que tener en cuenta a la hora de diseñar la solución. Así, por ejemplo, con temperaturas más altas la planta toma más agua y la solución deberá ser más concentrada, la que también ocurre con aguas salinas al emplearse con mayor drenaje.

A pesar de que la planta toma y transporta todas las elementos, excepta Ca y B de una forma activa, existen ciertos antagonismos en la solución entre algunas iones. Así Ca con Mg y K, K con Na, Cl con NO_3 etc.

El pH de la solución estática deberá ser de 6-6,5 para •Facilitar la disponibilidad de elementos ácidos y básicos. La solución apartada se ajusta a 5,5 pues posteriormente subirá de media a un punto al perder el dióxido de carbono disuelto, producto de la neutralización de los bicarbonatos del agua con el ácido apartado.

Casi todas las especies tienden a consumir más nitrógeno en la -fase vegetativa, para incrementar los consumos de patasia con la -Fructi-Ficación. . En algunas casas esta produce un desajuste en la relación N/K del sustrato y una bajada muy acusada del ph, que a su vez puede inducir una carencia puntual de calcio

Finalmente y como regla de oro, hay que procurar que las cambios en el manejo del cultivo sean siempre muy lentos (porcentaje de drenaje, conductividad eléctrica, etc.).

Fea. Cánovas.