

Huerto Hidropónico Doméstico



Acabado del prototipo fabricado.

Autores:

Héctor Santos Lonjedo

Mario Murillo Benet

Pol de Tayrac Román

Enric Bernat Mulet

Bloque Temático:

Huerto hidropónico

Absorción del CO2

Lombricultura y vermicompostaje

Nivel educativo:

2º de Bachillerato

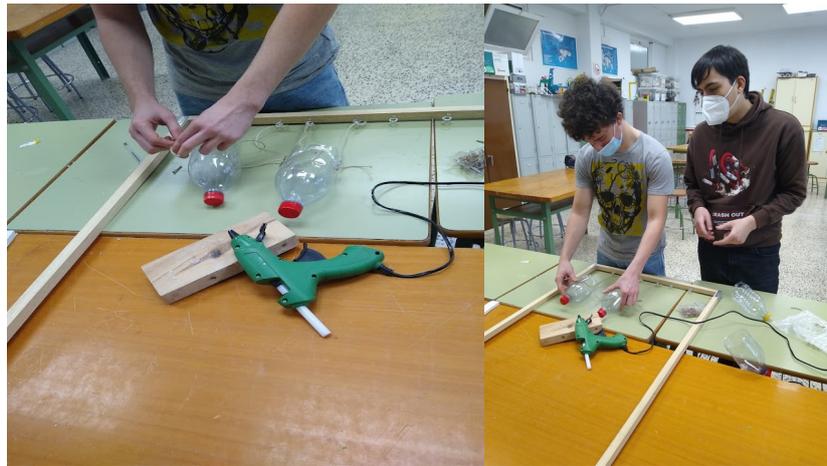
Coordinadora:

Isabel Peña Marco

Fecha: **Marzo/2022**

Resumen

Nuestro proyecto se basa en crear un modelo de huerto hidropónico rentable para el consumo de frutas y verduras diario y también para que sea beneficioso en cuanto a las reducciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, consiguiendo así reducir la huella de carbono.



Palabras clave

Hidropónico: Se dice del método de cultivo industrial de plantas que en lugar de tierra utiliza únicamente soluciones acuosas con nutrientes químicos disueltos, y sustratos estériles (por ejemplo, arena, grava,...), como soporte de la raíz de las plantas.

Vermicompostaje: Se entiende por lombricultura o vermicompostaje, las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y el tratamiento, por medio de éstas, de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas.

Bio-oxidación: Proceso metabólico por el que los ácidos grasos se degradan en la mitocondria, mediante la eliminación oxidativa de unidades sucesivas de dos átomos de carbono, a partir del extremo carboxilo de la cadena hidrocarbonada del ácido graso.

Biodegradabilidad: Hace referencia a la capacidad que tiene un producto, sustancia o material para descomponerse o ser biodegradado en un corto tiempo y poder reintegrarse en condiciones sin alterar el medio ambiente.

Índice

Resumen	2
Palabras clave	2
Índice	3
Qué es el cultivo hidropónico	4
Por qué inclinarse por el cultivo hidropónico	4
Funcionamiento y diseño del jardín hidropónico	5
Materiales	5
Obtención de los nutrientes	5
Lombricompostaje	5
Lombrices	6
Beneficios	6
Agua de riego	6
Plantas de cultivo	7
Gramos de CO ₂ captados por los hogares de la Comunidad Valenciana (2018354 hogares)	8
La importancia del CO₂ en hidroponía	8
Enriquecimiento de CO ₂	9
Niveles de enriquecimiento	9
Eficiencia de CO ₂	10
CO ₂ y aclimatación	11

Funcionamiento y diseño del jardín hidropónico

Nuestro proyecto se divide en tres modelos a elegir de huertos hidropónicos. En dos de estos modelos utilizamos Sketchup y cura para realizar el diseño. El tercer modelo es el que hemos llevado a cabo su construcción a escala real para su uso cotidiano

Sketchup:

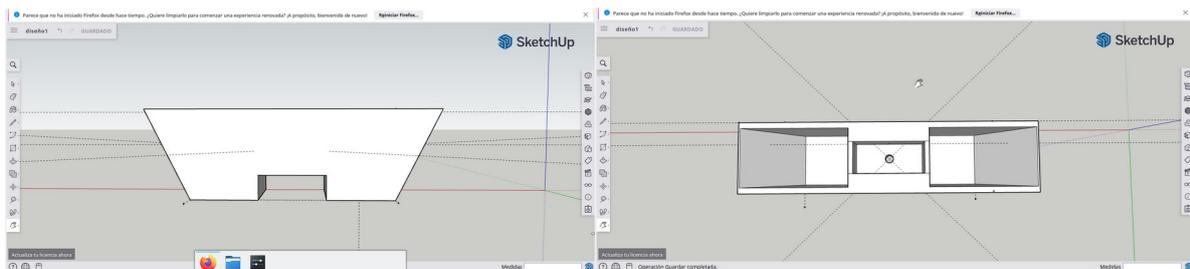
Modelo 1

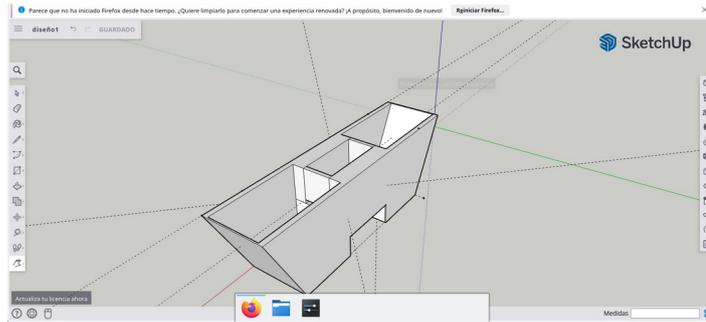
Este modelo se basa en la colocación sucesiva del módulo uno encima de otro, pero girados perpendicularmente de tal forma que la parte inferior de cada módulo se acople a la superior y así poder, en un espacio muy reducido, tener una cantidad elevada de módulos.

El **riego** de este modelo de huerto, se realizará por agua que bajará por un tubo central con agujeros que regará los alimentos y que llegará a las plantas por unas pequeñas aberturas de la parte inferior de las paredes.

En resumen, sus **ventajas** son:

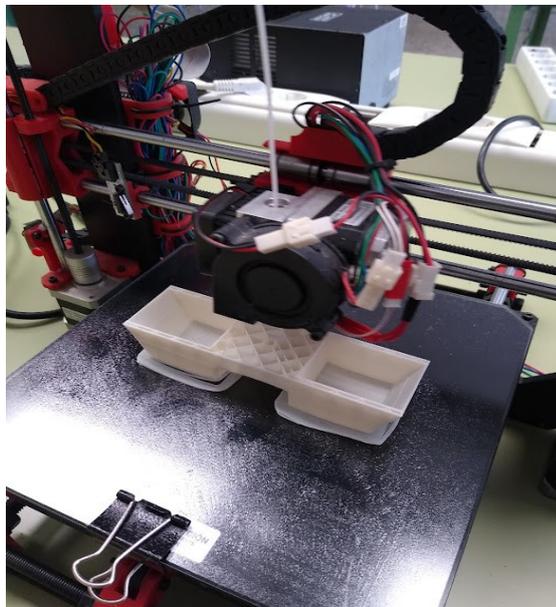
- Muchos módulos y, por lo tanto, muchas más plantas por casa.
- Flexibilidad de montaje añadiendo o quitando módulos
- Ocupa poco espacio por módulo, acoplándose a cualquier tipo de balcón.
- Reutiliza el agua y, por lo tanto, puedes ahorrar un poco de dinero.
- Facilidad en cuanto a la construcción casera del modelo





Imágenes tomadas del diseño del modelo 1 en el Sketchup

Acabado del Modelo 1



Imágenes de la maqueta del modelo 1

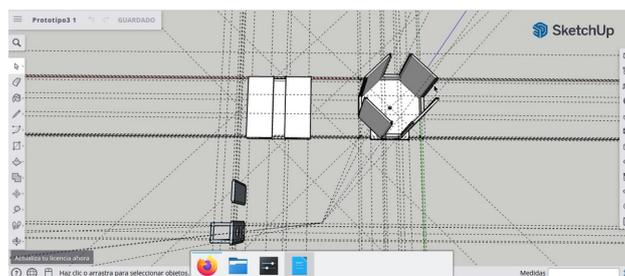
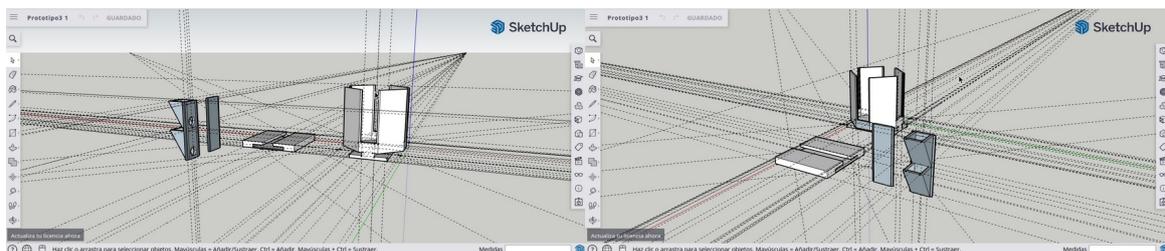
Modelo 2

Este modelo se basa en la colocación sucesiva del módulo uno encima de otro, mediante anclaje de rieles. En cuatro de las seis superficies, tenemos unos rieles donde tenemos la posibilidad de colocar una pared opaca, o una con un par de orificios para poder insertar las plantas.

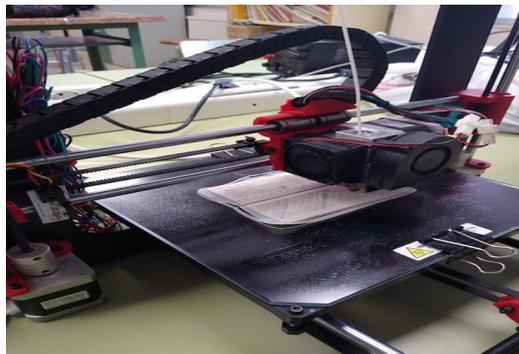
El **riego** al igual que el del primer modelo, se alimentará por el agua que desciende por el tubo central, con agujeros laterales, que regará los alimentos y que llegará a las plantas por unas pequeñas aberturas de la base.

En resumen, sus **ventajas** son:

- Los rieles en la base de cada módulo, nos permite apilarlos con una mayor estabilidad.
- los rieles en las paredes, nos da flexibilidad para elegir la posición adecuada.
- Reutiliza el agua y, por lo tanto, puedes ahorrar un poco de dinero.



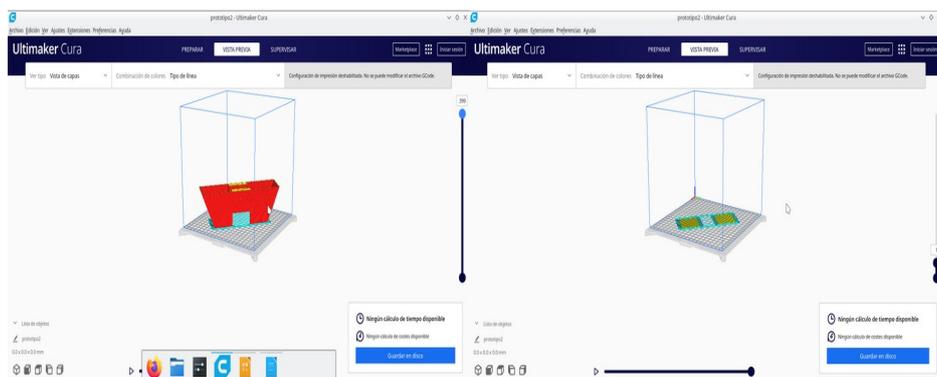
Imágenes tomadas del diseño del modelo 2 en el Sketchup



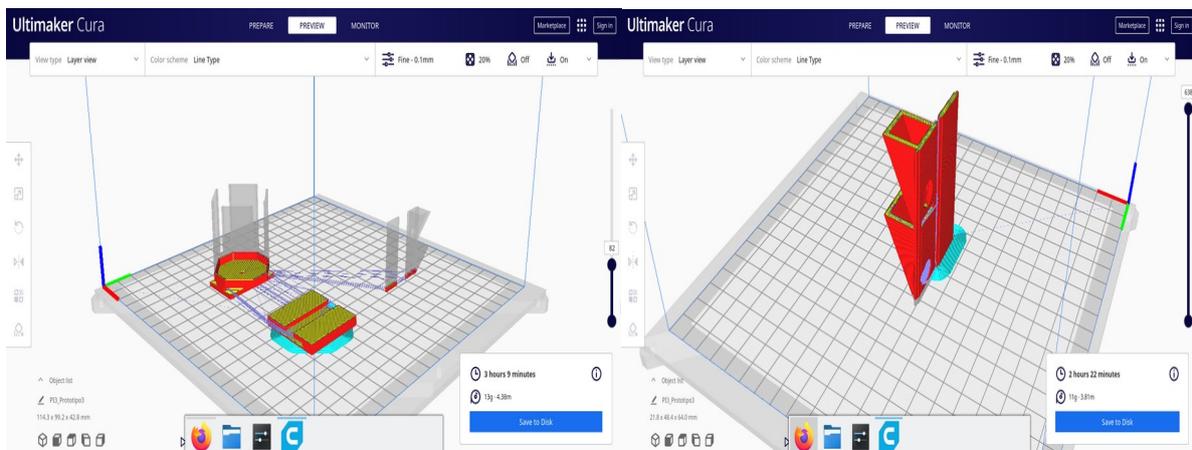
Ultimaker Cura 4.13.0

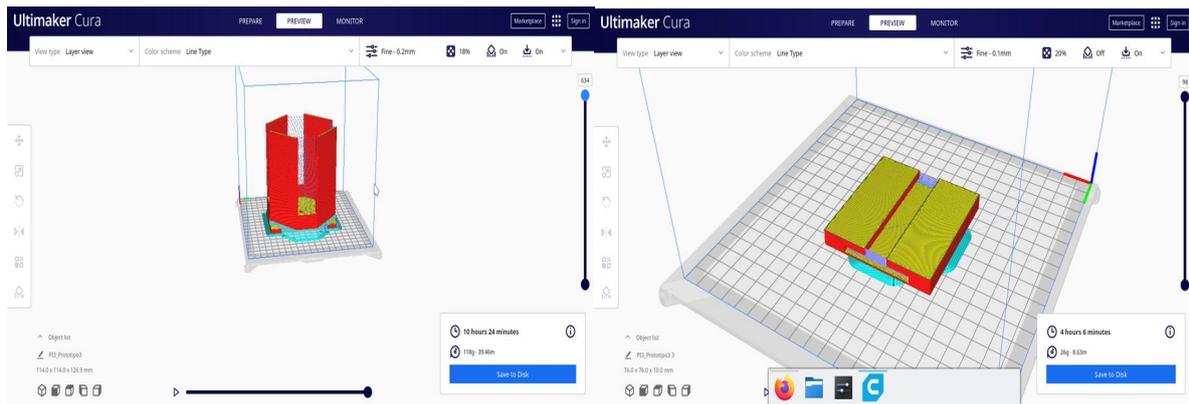
Para poder imprimir un modelo en la impresora 3D, no basta solo con diseñarlo con el Sketchup y posteriormente descargarlo en la tarjeta SD, sino que tenemos que exportarlo a un archivo válido para realizar la impresión. Esto se consigue mediante un programa especializado en esta acción, en nuestro caso el programa que hemos usado es el **Cura**.

Una de las principales acciones que realizamos en el cura es la reducción de la escala del modelo para que sea apto para poder imprimirse, ya que normalmente la escala real es demasiado grande para la impresora. En este programa podemos distinguir 3 claros colores del modelo: El color rojo, que nos indica el perímetro de las figuras, el color amarillo, que nos indican las bases de esta figura y el color azul, que tan solo son una base para que los modelos puedan imprimirse con éxito.



Imágenes tomadas del diseño del modelo 1 en el Cura





Imágenes tomadas del diseño del modelo 1 en el Cura

Materiales

Se recomienda la utilización del acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) para la fabricación de los depósitos de agua, las macetas, tapas, tubos... Y en general todos los componentes que puedan ser de plástico. Esto se debe a que el ABS tiene una suficiente resistencia química además de la baja absorción de agua y su dureza, rigidez y su gran tenacidad.

La iluminación en los cultivos

En general, las plantas necesitan de 4 a 6 horas de luz directa y entre 10 y 12 horas de luz indirecta solar.

En caso de que el huerto se encuentre en interiores sin iluminación solar directa, se le deberá proporcionar unas 14 horas de luz artificial y unas 10 horas de oscuridad para la metabolización. Para las plantas vivaces, se deberá ser más preciso en los horarios y el tipo de iluminación. Algunas de las plantas vivaces que se suelen plantar son el tomate, las fresas y el ajo.

Para un uso sencillo y doméstico se recomienda que el huerto esté al aire libre, ya sea en la terraza o en el balcón. De este modo los cultivos obtendrán los horarios correctos de luz.

En sitios sin iluminación, se deberán instalar distintos tipos de leds para poder regular las longitudes de onda que reciben los cultivos en los distintos momentos del crecimiento.

Inicialmente se emplearán leds blancos, rojos y azules, que imita la luminosidad, proporciona los rayos infrarrojos para la floración y los rayos ultravioletas para el crecimiento respectivamente.

Lombricompostaje y la obtención de los nutrientes

El lombricompostaje es una biotecnología que se apoya en los seres vivos para transformar materia orgánica en nutrientes. En este caso se utilizará para crear abono para las plantas.

En un medio húmedo, la acción combinada de lombrices y microorganismos modifica significativamente las características y composición de los desechos orgánicos. Luego las lombrices consumen nuestros residuos orgánicos mediante un proceso de bio-oxidación y a través del ducto digestivo, la materia orgánica se disuelve transformando los compuestos químicos de la basura en nutrientes para las plantas, siendo el estiércol de la lombriz un abono orgánico de alta calidad.

Durante el proceso de vermicompostaje, una fracción de la materia orgánica contenida en los subproductos se mineraliza, por lo que los valores de carbono orgánico total disminuyen entre un 10% y un 55% dependiendo sobre todo de la biodegradabilidad del residuo y de la densidad de población de lombrices.

Lombrices

La más utilizada es la lombriz roja de california por su alta voracidad, con una provisión regular de alimento y en un ambiente protegido, come diariamente un gramo de residuos orgánicos (el equivalente al peso de una lombriz adulta), 60% del cual se convierte en un excelente abono biológico "humus de lombriz".

Agua de riego

Debido a la falta de tierra, hay que asegurarse de que el agua utilizada prescinda de bacterias que puedan dañar los cultivos. Por lo cual una de las mejores aguas a utilizar es el agua pluvial.

Una alternativa mucho más costosa pero mejor es el agua destilada. La cual elimina bacterias, virus, parásitos, productos químicos inorgánicos y otros contaminantes. La destilación también elimina el calcio y el magnesio del agua por lo que se recomienda la utilización de suplementos como derivados del nitrato cálcico, sulfato magnésico y acetato magnésico ya que las plantas necesitan un poco de cada para prosperar y los nutrientes hidropónicos no tienen suficiente.

Por otro lado, no recomendamos la utilización de aguas grises debido a que pueden contener patógenos. Además de que poseen mucho menos nitrógeno y fósforo. El nitrógeno es utilizado por las plantas para la producción de hojas y el fósforo para la formación de nuevas raíces y la producción de frutos, semillas y flores.

También es esencial utilizar fibra de coco en las macetas ya que es un sustrato limpio y natural que retiene un 95% del agua y que aporta una buena esponjosidad y aireación. Esto permite un desarrollo óptimo de las raíces pequeñas y delicadas de las plantas.

Plantas de cultivo y beneficios medioambientales

El huerto hidropónico nos ofrece una alta densidad de cultivo por metro cuadrado y poder tener control sobre los nutrientes aportados a las plantas. Entre las plantas que se pueden cultivar en huertos hidropónicos destacan:

Lechuga, Tomate, Pimienta, Espinacas, Menta, Apio, Manija, Menta, Verdolaga, Salvia, Albahaca, Ajo, Orégano, Valeriana, Jengibre, Lavanda y el Perejil.

Nosotros, de entre estas opciones, tan solo hemos escogido las más comunes de uso casero. En las siguientes tablas se muestra el CO_2 captado por las plantas de uso casero de nuestro estudio:

Lechuga: Este es el vegetal favorito de los agricultores hidropónicos. La manera más fácil de cultivarlas en agua es colocar las semillas en espuma fenólica. La espuma fenólica es un material plástico celular rígido cuya estructura polímera está formada principalmente por policondensación de fenol, sus homólogos y/o derivados, con o sin aldehídos o cetonas.

LECHUGA	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	65,4	18,4	71,90	38,69	138,9	1,4	7,1	26,0
Tallo	185,2	12,6	93,17	37,91	93,1	0,9	4,8	17,6
Hojas	1121,5	65,8	94,13	35,79	459,2	4,6	23,5	86,2
Total	1372,1	96,8			691,2	6,9	35,4	129,8

Densidad de plantación. Cogollo: 15 plantas/m². Lechuga: 6,5 plantas/m²

Tomate: Las semillas de tomate se colocan inicialmente en vasos individuales y se colocan en el medio de cultivo.

TOMATE	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	134	22,5	83,23	38,96	17,5	0,2	8,8	32,3
Tallo	1.434	296,8	79,30	40,36	240	2,4	120	440
Hojas	866	169,7	80,40	40,99	139	1,4	69,6	255
Fruto	3.394	510,8	84,95	46,05	470,4	4,7	235,2	862
Total	5.827	1.000			867	8,7	433	1.590

Densidad de plantación: 2 plantas m⁻²

Pimiento: Sus exigencias culturales son similares a las de los tomates.

PIMIENTO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	53,4	30,3	43,23	43,15	28,8	0,3	13,1	48,0
Tallo	458	269,1	41,24	40,82	241,7	2,4	109,8	402,6
Hojas	519	305,6	41,12	31,14	209	2,1	95,2	349,1
Fruto	683	135	80,25	46,34	137,5	1,4	62,5	229,2
Total	1.713	740			617	6	281	1.029

Densidad de plantación: 2,2 plantas m⁻²

Gramos de CO2 captados por los hogares de la Comunidad Valenciana (2018354 hogares)

En la Comunidad Valenciana en 2020 había un total de población de 5.045.885 personas.

El tamaño medio del hogar se situó en 2,50 personas. Así que, aproximadamente hay 2.018.354 hogares en la comunidad valenciana.

Lechugas: 129,8 g CO2 al año.

Tomate: 1590 g CO2 al año

Pimiento: 1029 g CO2 al año.

Hemos llegado a la conclusión, de que si todos los hogares de la Comunidad Valenciana tuviera uno de nuestros módulos, aumentaría el CO2 absorbido en un año:

Plantas	Toneladas de CO_2 absorbido	Equivalencia en CO_2 generado por un coche en millones de <i>Km</i>
2 Lechugas	524	7
2 Tomateras	6418	84
2 Pimenteras	4154	55
1 Lechuga y 1 Tomatera	3471	46
1 Lechuga y 1 Tomatera	4678	62
1 Tomatera y 1 Pimentera	10572	140

La importancia del CO_2 en hidroponía

El dióxido de carbono (CO_2) es un requisito esencial para la fotosíntesis, que los productores pueden pasar por alto fácilmente. Inodoro, invisible y solo una pequeña fracción de nuestra atmósfera, el CO_2 generalmente no recibe la misma atención que los nutrientes, la luz y otros factores de crecimiento de las plantas.

Sin embargo, el uso de enriquecimiento de CO_2 para aumentar la productividad, la calidad y las tasas de crecimiento en la producción hidropónica se usa ampliamente en la horticultura de invernadero comercial y tiene un potencial aún mayor en los espacios cerrados de cultivo. Si bien el bombeo de CO_2 adicional puede parecer una opción sencilla, el uso de esta tecnología es un poco más complejo para maximizar su potencial y minimizar los problemas.

Enriquecimiento de CO_2

Los niveles ambientales de CO_2 en el aire son de poco más de 400 ppm (o 0.04% por volumen); Sin embargo, el tejido vegetal contiene un promedio de 45% de carbono derivado completamente de CO_2 . Al aumentar los niveles de CO_2 alrededor de la superficie de la hoja por encima de los niveles ambientales, la tasa de fotosíntesis aumenta hasta el punto en que se alcanza otro factor, como la tasa a la que funcionan las enzimas vegetales.

Esencialmente, la transferencia de CO_2 del aire circundante a los centros de reacción en los cloroplastos de las hojas depende tanto de la diferencia de concentración entre el aire y estos sitios como de la resistencia bioquímica intermedia en varios tejidos de las hojas. Esto significa que si bien el enriquecimiento de CO_2 mejora la fotosíntesis, hay un momento en que no se producirán más aumentos y el daño a las plantas será una posibilidad. Determinar este nivel óptimo de enriquecimiento de CO_2 para una planta específica o etapa de crecimiento es donde la aplicación de CO_2 necesita una consideración cuidadosa.

El enriquecimiento de dióxido de carbono se ha vuelto más popular últimamente entre los productores hidropónicos, utilizando una gama de opciones de alta y baja tecnología para aumentar los niveles de CO_2 . Los métodos más comunes para

generar CO_2 incluyen quemar combustibles de hidrocarburos y usar CO_2 comprimido y embotellado. Los productores más pequeños con un espacio de cultivo muy limitado pueden usar hielo seco (CO_2 sólido y muy frío), que libera CO_2 a medida que se "derrite" en condiciones de calor.

La fermentación o la descomposición de la materia orgánica (compostaje y hongos) siguen siendo formas efectivas pero menos precisas de aumentar los niveles de CO_2 a través de procesos naturales. Cualquiera que sea el método utilizado para generar CO_2 , los niveles deben ser monitoreados regularmente, ya sea con un medidor de CO_2 portátil o como parte del sistema de control ambiental en el área de cultivo.

Niveles de enriquecimiento

Si se aplica el enriquecimiento de CO_2 , determinar el nivel correcto es tan importante para este elemento gaseoso como para los niveles de nutrientes. Los beneficios y niveles de enriquecimiento de CO_2 dependen de la cosecha, pero la mayoría de las plantas responden bien a niveles en el rango de 500 a 1,500 ppm. Por debajo de 200 ppm, el CO_2 comienza a limitar severamente el crecimiento de las plantas, pero más de 2,000ppm de CO_2 se vuelve tóxico para muchas plantas.

Más de 4,000 ppm es un riesgo para los humanos. El exceso de CO_2 causará daños a los cultivos en forma de toxicidad por CO_2 , que a menudo se diagnostica erróneamente como deficiencias minerales o síntomas de la enfermedad. La toxicidad leve por CO_2 puede causar retraso en el crecimiento o síntomas similares a la hoja, mientras que los niveles excesivos pueden causar daños en la hoja, como clorosis (coloración amarillenta), necrosis (muerte del tejido de la hoja), curvatura y / o engrosamiento de la hoja.

Existe un debate sobre qué nivel de enriquecimiento es óptimo para cada cultivo en varias condiciones de cultivo diferentes; sin embargo, el uso más económico del CO_2 es enriquecer los cultivos por encima del medio ambiente pero no más de 1,200 ppm. La mayoría de los productores comerciales se enriquecen dentro del

rango de 600 a 800 ppm, donde el crecimiento y los rendimientos de entre 20 y 30% son comunes.

Aunque el enriquecimiento de CO_2 se usa ampliamente en cultivos frutales como el tomate, el pimiento y el pepino, puede beneficiar a una amplia variedad de especies de plantas. Los jardines de interior con plantas ornamentales, en macetas y con flores también responden al enriquecimiento de CO_2 con un mayor crecimiento de las hojas y tasas de área, mayores tasas de floración, más interrupciones laterales, floración previa, mayor cantidad de flores, menor caída de flores y mayor floración. diámetro de flores. Mejora el color de las hojas y reduce el tiempo de madurez. El dióxido de carbono también ayuda al desarrollo de la raíz en esquejes y clones en muchas especies y se puede aplicar mediante enriquecimiento de aire o mediante el uso de neblina carbonatada.

Eficiencia de CO_2

Para aprovechar al máximo el enriquecimiento de CO_2 , se deben considerar y manipular otros factores de crecimiento. El enriquecimiento con dióxido de carbono producirá los mejores resultados en términos de crecimiento de la planta, mayor productividad y menor tiempo de maduración donde haya mucha luz para alimentar niveles rápidos de fotosíntesis.

Si la luz es insuficiente o está por debajo del punto de saturación de luz para la cosecha, las plantas no pueden utilizar los niveles elevados de CO_2 . La temperatura también juega un papel en el uso eficiente del CO_2 . Bajo condiciones de alta luz y enriquecimiento de CO_2 , las temperaturas pueden ser más altas de lo habitual, y esto maximiza el efecto adicional de CO_2 .

Los estudios han demostrado que para las plantas de tomate, un triple nivel de enriquecimiento de CO_2 aumentará la fotosíntesis neta en aproximadamente un 50% tanto en luz opaca como brillante, pero si la temperatura de la hoja también

aumenta (a 30 ° C) , el aumento en la fijación neta de CO_2 puede alcanzar el 100% con luz brillante. Esto significa que si bien el aumento de CO_2 en un sistema hidropónico interno aumentará las tasas de crecimiento, la consideración de la manipulación de otros factores ambientales de luz y temperatura debe considerarse al mismo tiempo si se usa CO_2 valioso con la mayor eficiencia.

Otro factor que a menudo se pasa por alto es la distribución de CO_2 alrededor de las plantas. Simplemente liberar o generar CO_2 para el enriquecimiento del cultivo generalmente no es suficiente para lograr la tasa máxima de fotosíntesis a menos que se dirija y circule en las superficies de las hojas. Una vieja capa límite de aire húmedo agotado por el CO_2 debido a la fotosíntesis puede formarse directamente alrededor de la superficie de la hoja y esto requiere una eliminación y reemplazo frecuentes.

Cualquiera que sea la fuente de generación de CO_2 que se esté utilizando, es vital que la atmósfera enriquecida se mezcle completamente para que se entregue CO_2 valioso a las superficies de las plantas para su absorción y asimilación. Se pueden usar pequeños ventiladores de mezcla para hacer circular suavemente el aire lejos de la fuente de CO_2 y hacia la cosecha.

Para monitorear este proceso, los medidores de CO_2 portátiles son útiles para verificar los niveles dentro y alrededor del dosel, no solo en el punto de liberación de CO_2 . Mantener un control de los niveles de CO_2 dentro de un área de cultivo pequeña es de vital importancia independientemente de la fuente de CO_2 utilizada. Puede ser difícil evaluar la cantidad de CO_2 que absorben las plantas y, en entornos de cultivo muy cerrados, puede producirse una acumulación de CO_2 y causar daños a las plantas.

CO₂ y aclimatación

El enriquecimiento de CO₂ es, sin duda, una gran herramienta de promoción del crecimiento para los productores hidropónicos, sin embargo, tiene limitaciones y riesgos.

Las plantas tienen la capacidad de ajustarse y adaptarse a los niveles crecientes de CO₂, de modo que con el tiempo se produce la aclimatación. Cuando el enriquecimiento de CO₂ se introduce por primera vez en un cultivo, la fotosíntesis y el crecimiento aumentan rápidamente, pero a medida que continúa el crecimiento de las plantas, el efecto de aumentar los niveles de CO₂ se vuelve cada vez menor. Entonces, cuando se completa la cosecha, los rendimientos generales no son tan altos como el aumento inicial del rendimiento.

Numerosos estudios han reportado este efecto en plantas cultivadas continuamente a niveles altos de CO₂, con una tasa fotosintética que tiende a disminuir con el tiempo. Si un cultivo cultivado a altos niveles de CO₂ recibe repentinamente solo CO₂ ambiental, se recuperará nuevamente a tasas de fotosíntesis normales dentro de los cinco días.

Algunos productores han intentado evitar dicha aclimatación de cultivos a altos niveles de CO₂ suministrando intermitentemente solo CO₂ o evitando el uso de enriquecimiento de CO₂ hasta que se alcanza una etapa vital de desarrollo, como flores o frutas, cuando se alcanza la mejora del fotoasimilado. Más valioso para los ingresos. Los estudios han demostrado que el problema de la aclimatación al CO₂ puede reducirse o eliminarse si la planta tiene "sumideros" fuertes para el asimilado producido en las hojas.

Estos sumideros para asimilar incluyen tejidos de rápido desarrollo, como brotes, flores y frutas. Las plantas con baja fuerza de hundimiento generalmente terminan acumulando carbohidratos en las hojas bajo el enriquecimiento de CO₂, lo que a su vez causa aclimatación y reduce la fotosíntesis. A pesar de la cuestión de la aclimatación de las plantas a altos niveles de CO₂, lo que limita el posible aumento

general del crecimiento, las plantas enriquecidas con CO₂ aún producen tasas fotosintéticas más altas que las cultivadas a niveles ambientales de CO₂.

El enriquecimiento de dióxido de carbono es una herramienta valiosa para los cultivadores de interior y de invernadero, comprobada en una amplia gama de especies de cultivos para aumentar las tasas de crecimiento y la productividad. Sin embargo, como con la mayoría de las técnicas de alta tecnología, requiere monitoreo, atención al detalle y una cuidadosa consideración del efecto sobre los procesos bioquímicos. Si el CO₂ debe usarse con la máxima eficiencia, tasas de aplicación correctas, ajustes de luz y temperatura, tiempo de enriquecimiento y consecuencias de la aclimatación precisa de CO₂.

Referencias

- *CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) Investigación sobre la absorción del CO₂ por los cultivos más representativos.*