

Sustrato y sistema de riego óptimos para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero

Substrate and optimal irrigation system for tomato production under greenhouse conditions

EDDY A. FAJARDO VARGAS

*Estudiante Ingeniería Ambiental
Semillero de Investigación EARTH
Universidad de Boyacá, Colombia
eafajardo@uniboyacá.edu.co*

DORA M. BENÍTEZ RAMÍREZ

*Ingeniera Metalúrgica
Grupo de Investigación Gestión Ambiental
Universidad de Boyacá, Colombia
dmbenitez@uniboyaca.edu.co*

NÉSTOR F. RODRÍGUEZ VARGAS

*Estudiante Ingeniería Mecatrónica
Semillero de Investigación SIMEK
Universidad de Boyacá, Colombia
nesfabrodriguez@uniboyaca.co*

ANDERSON E. RIVERA MORENO

*Estudiante Ingeniería Mecatrónica
Semillero de Investigación SIMEK
Universidad de Boyacá, Colombia
andriviera@uniboyaca.co*

RENATO M. BERNAL VARGAS

*Estudiante Ingeniería Mecatrónica
Semillero de Investigación SIMEK
Universidad de Boyacá, Colombia
rmbernal@uniboyaca.co*

Recibido: 03/11/2015

Aceptado: 19/01/2016



RESUMEN

Hoy en día la sociedad vela por diseñar diversidad de estrategias que conlleven a diferentes actividades que produzcan un favorable desempeño económico, asegurando así satisfacer sus necesidades básicas y la de sus respectivas familias. Una actividad competitiva ante el mercado, son las labores en la agricultura, pues al hacer uso de esta, se obtiene productos que son altamente consumibles por los humanos, por ejemplo, el tomate. Una manera eficiente y rentable de llevar la producción del vegetal, es en condiciones de invernadero, ya que se tendrán controladas variables ambientales óptimas de tal forma que se obtengan productos de mejor calidad y mayor competitividad ante los demás agricultores.

El objetivo de este experimento, es adecuar un sustrato orgánico de tal manera que aporte los suficientes nutrientes que garanticen un buen desarrollo de la planta y por ende de sus frutos. Así mismo, adaptar un sistema de riego eficiente para satisfacer las necesidades hídricas que el cultivo requiere.

Palabras clave: Invernadero, sustrato, sistema de riego.

ABSTRACT

Nowadays, society cares about designing a diversity of strategies that may lead to different activities in order to produce a favorable economic performance, guaranteeing this way, people's satisfaction of their basic needs as well as their respective families. A competitive activity before the market is the agricultural labor, by means of its use, food products can be obtained as a highly edible product for human consumption, namely, the tomato. An efficient and profitable way to carry out the vegetable production, it is producing it under greenhouse conditions, since the ideal environmental variables are going to be controlled in order to obtain better quality products and greater competitiveness before other agriculturists.

The aim of this experiment, it is to adapt an organic substrate in such a way that it may contribute the sufficient nutrients which guarantee a good development of the plant and therefore its fruits. Likewise, adapting an efficient irrigation system to fulfill the hydrological needs that the crops require.

Keywords: Greenhouse, organic substrate, irrigation system.

Citar este artículo así:

Fajardo, E., Benítez, D., Rodríguez, N., Rivera, A. & Bernal, R. (2016). Sustrato y sistema de riego óptimos para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero. Revista I3+, 3(1), 72 - 87 p.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad por diversidad de enfermedades que sobresalen (Podredumbre blanca, alternariosis del tomate, fusarium, verticilium, virus, entre otras) (CEICKOR, 2006) los consumidores de tomate, prefieren que las condiciones en las que se desarrollan los cultivos sean preferiblemente libres de químicos y de elevadas tasas de nutrientes. Una favorable solución a esta problemática, es diseñar un sustrato, es decir, un material sólido natural orgánico que constituye el lecho que sirve de soporte para el desarrollo del sistema radicular de las plantas. Este sustrato reviste una gran importancia en el éxito del cultivo, en él se conjugan diferentes propiedades para optimizar la funcionalidad y el cargo que debe desempeñar un sustrato en el sistema de cultivos sin suelo. (Nava, 2014)

Así mismo, es de suma importancia suministrar cantidades de agua requeridas por la planta, por medio de un sistema de riego, este ayudará que el fluido llegue a la raíz de la planta, favoreciendo que no se presenten pérdidas de agua o desvío del mismo, haciendo mas favorable de cada una de las plantas.

Según (Nuño 2007), se debe de contar con una fuente de abastecimiento de agua segura, de canal o pozo, energía eléctrica para el sistema de bombeo y depósitos para almacenamiento de agua, en este caso, se contará con fuente de agua confiable obtenida de la red de distribución interna de la Universidad de Boyacá, ayudado de una electroválvula de presión de 120 voltios y una manguera de diámetro de media pulgada por el cual puede fluir un caudal de un litro por minuto, que conducirá correctamente el fluido.

La realización de este microclima se llevó a cabo en la ciudad de Tunja (Boyacá) más exactamente en los establecimientos de la Universidad de Boyacá. En este invernadero, permanecen controladas las condiciones de sustrato para el suelo, y necesidades de riego diarias.

De acuerdo a revisión bibliográfica se han encontrado diferentes definiciones de sustrato. Según (Huacuja 2009) indica que el sustrato es un medio sólido, constituido por diferentes componentes, cuya función es servir de soporte, reteniendo condiciones de agua y aire suficientes para la plántula, sin dejar de lado nutrientes necesarios para su desarrollo.

Por otro lado, (Abad et al., 2004) indican que el sustrato es todo material sólido distinto del suelo (in situ), natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal. Cruz et al.,(2012)

deducen que el sustrato para el cultivo de plantas es todo material que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para el óptimo desarrollo de las mismas, o en su caso nutrimentos, requerimientos que pueden cubrirse con un solo material o en combinación con otros, los cuales deberán ser colocados en un contenedor.

Según Mora (1999), determina que existe diversidad de sustratos tales como; sustratos orgánicos, inorgánicos y sintéticos. En este caso de cultivo de tomate en condiciones de invernadero, nos centraremos en el uso de sustrato orgánico, ya que se ha demostrado que el uso de este, produce resultados satisfactorios tanto para los consumidores como para el que realiza las labores de siembra.

Patrón (2010), define el sustrato orgánico como cualquier medio sólido que se utilice para cultivar plantas en contenedores (con altura limitada y su base esté a presión atmosférica), el cual le proporciona a las plantas las condiciones adecuadas para su desarrollo, además de permitir que la “solución nutritiva” se encuentre disponible para la planta.

En conclusión, un sustrato orgánico es una mezcla de varios residuos orgánicos que después de cierto tiempo, se convertirá en un abono eficiente, que podrá satisfacer el requerimiento en nutrientes que la planta necesita. De esta manera, se fortalece y se incentiva a la idea del reciclaje de desechos orgánicos trayendo así beneficios tanto económicos (por reducir radicalmente el uso de costosos fertilizantes), y problemas en la salud a largo o mediano plazo. Lo anterior hace necesario profundizar en el tema de compostaje presentando a continuación aportes de lo más importante encontrado.

(De la Cruz et al., 2009) Dentro de los sustratos orgánicos, sobresalen la composta y la vermicomposta, debido a que sus procesos de elaboración son métodos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable.

(Patrón 2010) El compostaje es una técnica de estabilización de residuos orgánicos que tiene interés en el aprovechamiento de residuos y subproductos de distintas actividades como sustratos, obteniendo abono orgánico que permite el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la producción de cultivos de calidad y la conservación del entorno.

En pocas palabras, el compostaje es el proceso en el cual se realiza la transformación de la materia orgánica, con el objetivo de obtener un abono natural que cubrirá las labores de los fertilizantes de una manera eficiente y de mejor calidad.

Durante el proceso de compostaje, se llevan a cabo diferentes etapas que si se cumplen a cabalidad se asegurará la culminación y obtención exitosa del abono orgánico, es por ello, que (De santos et al., 2013) mencionan cada una de las etapas de la siguiente manera:

FASE DE LATENCIA	La materia debe estar adecuadamente mezclada para permitir la aireación, con una humedad al 50%. La temperatura es inferior a los 40°C.
FASE TERMÓFILA	Debido a la actividad microbiana, la temperatura aumenta hasta (60 – 70°C) logrando una esterilización del medio, eliminando larvas, posibles patógenos y la capacidad germinativa de las semillas, luego la temperatura desciende y los materiales pierden su color y composición natural.
FASE DE MADURACIÓN:	Finalmente, el composta queda listo cuando se percibe un color oscuro, textura granular y su olor a tierra vegetal.

Tabla 1. Etapas de Sustrato.

Fuente: De Santos et al., (2013).

(Martínez; 2004). La determinación de las necesidades de agua para los cultivos, es muy importante, ya que a partir de este, se podrán establecer los volúmenes de agua que serán necesarios aportar por parte del riego, de esta manera, se garantizará crecimiento completo o casi completo de las plantas. Los métodos de riego usados comúnmente en la agricultura son:

- Aspersión
- Goteo
- Gravedad

Riego por gravedad

El agua se desplaza sobre la superficie del área a regar, cubriéndola total o parcialmente, conducida solamente por la diferencia de cota entre un punto y otro por la acción de la fuerza de la gravedad (de ahí el nombre de métodos gravitacionales). No requieren inversiones en equipos de bombeo, tuberías, válvulas, etc. Pero en cambio, si precisan de un alto grado de sistematización previa de los cuadros a regar, esto es, nivelaciones y sistematización para poder conducir el agua adecuadamente. (Aureum; M. 2004); los métodos de riego por gravedad o superficie se podrían agrupar en dos tipos, los de inundación y los surcos. En los primeros, las superficies que se van a regar se limitan por bordos, y el segundo se hacen canales equidistantes y paralelos dentro de la parcela. El riego por inundación casi ya no se utiliza por la dificultad para el control del flujo de agua en la parcela y por la escasez cada vez mayor del vital líquido (Cedillo et al., 2008).

Riego por Aspersión

En este tipo de riego, el agua llega a las plantas en forma de lluvia; consiste en distribuir el agua por tuberías a presión y aplicarla a través de aspersores en forma de lluvia. Se busca aplicar una lámina que sea capaz de infiltrarse en el suelo sin producir escurrimiento. Si el equipo está bien diseñado respecto al tipo de suelo a regar, se obtiene una lámina muy uniforme sin que se presente escurrimiento. Jara et al., (2008)

Riego por goteo

Es el suministro de agua constante y uniforme gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión.

El agua se conduce a presión por tuberías y luego por mangueras de riego que recorren las hileras del cultivo, el emisor, externo o incorporado a la manguera de riego es un “gotero” de caudal y separación variable según el suelo y los cultivos aplican el agua en forma de gotas que se van infiltrando a medida que caen. Lecaros; J. (2011)

Zapata et al., (2006). En el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, lo ideal es implementar la tecnología de riego por goteo, la cual resulta ser más eficiente, debido a que la pérdida de agua es menor, evita excesos de humedad en el follaje, por ende la incidencia de patógenos, no tiene piezas móviles y a su vez, no requiere de personal capacitado para su mantenimiento, ya que es muy sencillo realizar su limpieza.

METODOLOGÍA

Para la construcción del invernadero, se tiene en cuenta que la estructura estuviese conformada por materiales económicos tales como el vidrio blanco plano en las paredes y el armazón se adecuó lo más resistente posible (policarbonato), que fuese de fácil acceso para llevar a cabo el debido mantenimiento que favorezca al personal capacitado que lleva el control de este, así mismo se busca la estrategia para lograr una movilización sencilla (rodachines en cada una de sus esquinas).

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar la maqueta de invernadero dividiendo el proceso de construcción en ocho etapas que permitirán una mejor orientación del procedimiento, como se muestra a continuación

1. Se determinan las medidas y materiales para realizar la maqueta.
2. Se realiza el armazón.
3. Los laterales son cubiertos con vidrios.

4. Los frontales son cubiertos con policarbonato.
5. Se dispone el suelo en la maqueta conformado por los horizontes (simulación).
6. Se hace el trasplante.
7. Se procede a instalar el sistema de riego por goteo.
8. Se toma registro diario del crecimiento de las plantas.

Para facilitar el proceso de mantenimiento del invernadero consistente en: retirar los escombros que se han acumulado, examinar que los tubos de drenaje no se encuentran taponados y que el flujo se transporta libremente se decidió que las medidas que este debe llevar son: de base de 50cm x 75cm, de altura 150cm = 40cm para suelo y 110cm es el espacio disponible para el crecimiento de las plantas). La construcción se realizó con perfiles cuadrados de hierro de media pulgada, frontales principales en policarbonato, los laterales en vidrio (simularán los diferentes horizontes del suelo), el techo se realizó en forma de capilla con dos bisagras para facilitar el acceso y medir parámetros, tal como lo muestra la figura 1

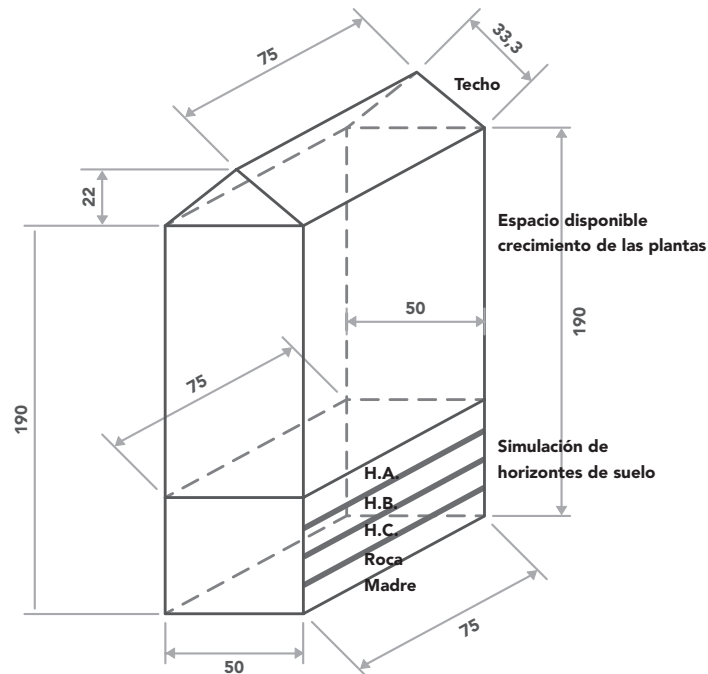


Figura 1. Diseño Invernadero.

Fuente: Autores.

Se procede a simular los diferentes horizontes del suelo en la parte inferior del invernadero, en la figura 2. Se muestra el perfil del suelo; (Blanquer, 2009) En el primer horizonte se encuentra la roca madre sin alteración alguna; en el horizonte C se muestran los fragmentos y restos de meteorización de la roca madre a su vez, produce una capa (A) que apenas tendrá materia orgánica. Según Miliarium; 2008 A medida que se va acumulando esta, se forma el horizonte A, generalmente de tono oscuro y, con el tiempo, empobrecido por las aguas, por lo que recibe el nombre de horizonte de lavado o eluvial. El horizonte (B) aparece debajo del (A) como depósito de las sustancias arrastradas por el agua desde el horizonte superior por lo que se le conoce como horizonte de acumulación.

En general, el horizonte A es más permeable que el horizonte B, pues en este se acumulan arcillas y coloides que cementan los materiales más gruesos.

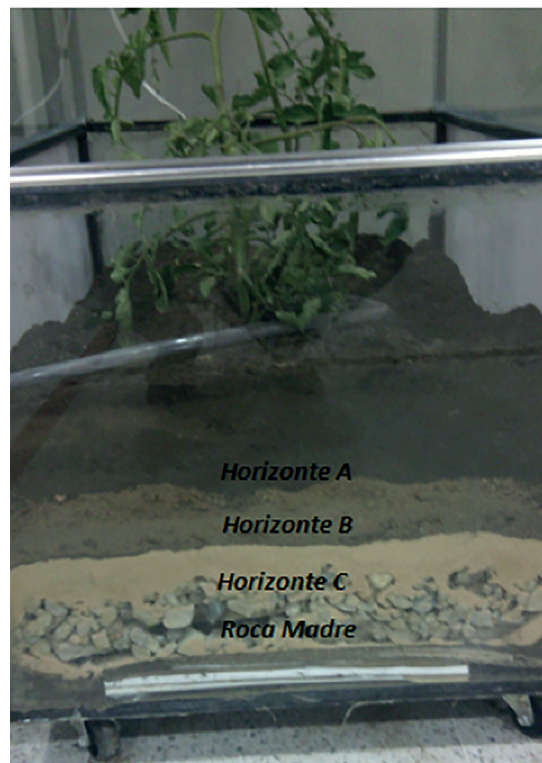


Figura 2. Simulación Perfil del Suelo.

Fuente: Autores.

Posteriormente se procede a analizar los diversos tipos de riego que existen y se toma la decisión de implementar un sistema de riego por goteo superficial. La razón es que al aportar el agua a poca distancia de la planta, ayuda a que no se generen pérdidas y se logre mantener la humedad necesaria que la planta requiera, pues estas transpiran una cantidad de agua que se considere la cantidad suficiente para que puedan llevar un eficiente desarrollo así mismo, generando calidad en sus productos.

RESULTADOS

El sistema de riego se realiza con ayuda de una electroválvula de presión de 120 voltios (este tipo de dispositivos responden con ayuda de corriente que circula a través del conducto), generando así que el flujo de agua circule a través de la manguera de media pulgada, la cual distribuirá el caudal en todo el invernadero.

El primer riego se ejecutó una vez se trasplantaron las plantas, seguidamente, se realizaron riegos diarios para mantener condiciones favorables de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Por ello se decidió medir la evolución de cada planta dependiendo el suministro de agua al que se somete. Se procedió a separar las cuatro plantas y a cada una se le suministraron porcentajes de agua diferentes y se obtuvo una evolución diferente. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos del control que se llevó a cabo durante 20 días suministrando diferentes porcentajes de agua a cada una de las plantas y midiendo su crecimiento en centímetros, posteriormente, en la figura 4 se muestra gráficamente dicho proceso nombrado anteriormente.

Comportamiento planta Vs. Porcentaje agua

MANEJO DEL AGUA EN UN INVERNADERO

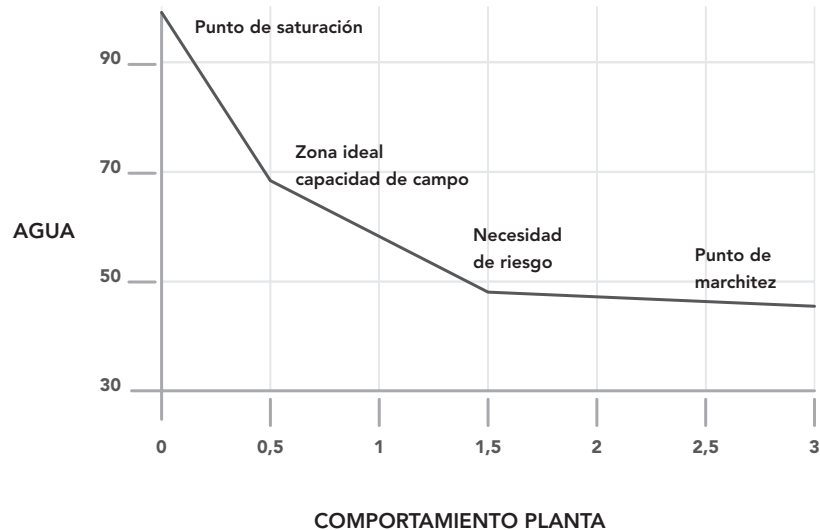


Figura 3. Necesidades hídricas de un cultivo bajo condiciones de invernadero.

Fuente: Autores.

- El punto de saturación: en esta zona se suministró el 100% de agua y su evolución no fue satisfactoria, pues desde el momento en el que se abastece el porcentaje del fluido, la planta deja su desarrollo de lado, pues esta se encuentra expuesta a excesos de humedad, y por ende se satura alterando su crecimiento.
- Zona ideal capacidad de campo: en este punto se suministró el 70% de agua, obteniendo un crecimiento de 0,6 cm, es la zona en la cual resulta eficiente el crecimiento de la planta, debido a que el porcentaje de agua es el habitual para el fortalecimiento y desarrollo óptimo de la misma.
- Necesidad de riego: en esta zona se suministró el 50% de agua, obteniendo un crecimiento de 1,4cm, la planta requiere de abastecer de más agua para crecer satisfactoriamente.
- Punto de marchitez: en este punto se suministró el 30% de agua, y tuvo un crecimiento de 8cm, a lo que se produce la muerte de la planta, debido a que la cantidad de agua que se le suministró a la planta fue muy escasa.

Necesidades hídricas bajo condiciones de invernadero.



Figura 4. Necesidades hídricas en invernaderos con cultivo de tomate .

Fuente: Autores.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que al agregar el 100% de agua, la planta no presenta desarrollo favorable, en porcentaje de 70%, la planta crece un 0,6 centímetros obteniendo eficiencia en su desarrollo generando frutos de mayor tamaño, color rojo brillante, un alto contenido de azúcar lo que hace un sabor más agradable, por otro lado, el porcentaje de 50%, la planta crece más a diferencia del porcentaje suministrado anteriormente, con la falencia que los productos obtenidos son mucho más pequeños, sabor menos intenso, presenta baja pigmentación (rojo opaco) y su apariencia resulta ser negativa, esto debido a que su maduración es acelerada por ende su desarrollo se ve afectado. Finalmente, el suministro del 30% presenta un desarrollo de la planta de 8 centímetros, aunque resulta ser mejor, debido que la raíz de la planta crece más, sus productos son poco eficientes, pues se aprecia con color verdoso y menor tamaño. Una vez realizado este análisis, se concluye que (Reina; C. 1998.) Las prácticas de riego deben ser adecuadas para asegurar un producto de buena calidad, por ende, el porcentaje que alcanza la zona ideal capacidad de campo es del 70%, puesto que provoca un crecimiento adecuado y la maduración exitosa de los productos.

Por otro lado, (León; 2011). con el objetivo de adecuar las mejores condiciones para el desarrollo en dicho cultivo, se decide llevar a cabo un proceso en el cual se promueve el reciclaje y el reúso de desperdicios naturales (desechos de cocina); que serán expuestos a descomposición para crear un abono que a futuro ayudará a la fertilización de diferentes plantas.

Para llevar a cabo dicho procedimiento, se requirió de los siguientes materiales:

- Recipiente
- Tierra negra
- Desechos de cocina
- Desechos jardinería

El composta se lleva a cabo en un recipiente de madera cubierto con cartón que ayudará a retener los malos olores producidos por la descomposición y a retener la humedad que el proceso requiere; a su vez, es importante que la composta respire para iniciar su proceso, es por ello que se realizan pequeños agujeros distribuidos a lo largo del cartón que cubre el recipiente, tal como se muestra en la imagen 5.



Figura 5. Recipiente para composta.

Fuente: Autores.

Una vez adecuado el recipiente, se procede a cubrir una primera capa aproximadamente 3 centímetros de tierra negra, seguida de una capa de residuos con desechos provenientes de la cocina y parte de jardinería (hojas secas); preferiblemente que dichos residuos se encuentren bien triturados, para garantizar una fácil y mejor descomposición por parte de los microorganismos y no tome mucho tiempo para esto. (Imágen 6.)



Figura 6. Preparación sustrato.

Fuente: Autores.

Seguidamente, se procede a introducir una nueva capa de tierra, seguida de otra de residuos; se repite este ciclo, hasta que se llegue al borde del recipiente. Finalmente, se procede a agregar cantidad considerable de agua para complementar el proceso. No se usó estiércol proveniente de animales, para evitar posibles alteraciones en la evolución del composta, debido a contagio de enfermedades.

CONCLUSIONES

Una manera eficiente de llevar a cabo un cultivo es diseñando un microclima, de tal forma que se logre adaptar a las condiciones que resulten favorables para la evolución del fruto, el no uso de estrategias como la implementación de invernaderos generan pérdidas en el volumen de producción y económicos directamente en el agricultor colombiano, cuando no se poseen garantías climáticas en las zonas donde se lleva a cabo estas actividades.

Se lleva a cabo la construcción del sustrato orgánico, el cual aportará nutrientes necesarios al suelo que ayudará al desarrollo de las plantas, el composta requiere de oxígeno y humedad como facilitador en la descomposición de los residuos orgánicos biodegradables empleados, con el fin de obtener frutos de calidad con valor agregado al Mercado verde cada vez más fuerte y riguroso.

Para tener resultados favorables en los cultivos, es necesario saber el porcentaje de agua que la planta exige, de tal forma que su crecimiento no resulte acelerado ni lento, es importante considerar las condiciones tanto climáticas como del suelo que determinan el porcentaje hídrico adecuado. Para este cultivo se adaptó un sistema de riego por goteo, el cual resultó beneficioso, pues se generó pocas o nulas pérdidas de agua, teniendo el sustrato bajo condiciones de humedad requeridas por el cultivo; siendo necesario realizar seguimiento continuo de esta variable.

El sistema de riego por goteo se implementó con ayuda de manguera y una electroválvula

Para determinar el porcentaje en el cual se encuentra la zona ideal de campo, se llevó un seguimiento del comportamiento de la planta Vs. porcentaje de agua, obteniendo así un porcentaje óptimo de 70% de agua con un crecimiento de 0,6cm/semana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aureum; M. 2004. Métodos de riego. Ingeniería civil y medio ambiente.

Cedillo; E. Calzada; M. 2008. los sistemas de riego y las semillas mejoradas en la agricultura moderna. Facultad de Estudios Superiores Aragón. Académicos de la Licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario

Duarte, O.; Díaz, E. Tecnología de Tierras y Aguas I - Evaporación y Evapotranspiración. México. 2003

De Santos S.; Urquiaga R. compostaje y vermicompostaje domésticos. Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013

HUACUJA; V. Uruapán, Mich. Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de tomate de cáscaras (*physalis ixocarpa Brot*) bajo invernadero, en Zamora, Mich, (2009)

Abad-Berjon M, Noguera-Murray P, Carrión-Benedito C. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mundi Prensa, 2004.

Cruz-Crespo E., Can-Chulim A, Sandoval-Villa M., Bugarín-Montoya R., Robles-Bermúdez A., Juárez-López P. Sustratos en la horticultura. Nayarit, México. 2012

- Mora L., Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía. Congreso Nacional Agronómico. Congreso Nacional de suelos. San José, Costa Rica. (1999)
- Patrón- Ibarra J. Sustratos Orgánicos: elaboración, manejo y principales usos. Primer concurso nacional de sustratos. México. 2010
- De la Cruz-Lázaro E.; Estrada-Botello M.; Robledo-Torres V.; Osorio-Osorio R.; Márquez-Hernández C.; Sánchez-Hernández R.; Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. 2009
- Jara; J. Valenzuela; A. 2008. Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego. Necesidades de agua de los cultivos. Chillán.
- Jaramillo; J. Rodríguez; V. Guzmán; M. Zapata; M. El cultivo de tomate bajo invernadero Rionegro, Antioquia, Colombia. 2006
- Rojas J.; Malaquías D. Planeamiento de la agro-cadena del tomate en la región central sur de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. dirección región central sur. programa regional de hortalizas. puriscal. 2007.
- Nuño; R. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja california. 2007.
- Zapata, M.; Guzmán, M.; Rodríguez, P. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mill). Boletín Técnico 21. Antioquia.
- Lecaros; J. 2011. El riego por goteo. Seminario internacional de riego y fertirrigación. Chiclayo.
- Shock; C. Welch; T. El riego por goteo; una introducción. Técnicas para la agricultura sostenible. 2013.
- Martínez; A. 2004. Necesidades Hídricas en cultivos Hortícolas.
- Palacios V., E. 1998. ¿Por qué?, ¿Cuándo?, ¿Cuanto? y ¿Cómo Regar? para Lograr Mejores Cosechas. Manual para Usuarios y Técnicos del Agua. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Blanquer; G. Ibáñez A. Moreno R. La textura de un suelo. 2009.
- Álvarez; J. 2011. Plan de negocios para el desarrollo de un proyecto productivo de tomate chonto (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en la finca las mercedes municipio de Gómez Plata. Antioquia.
- León; B. 2011. producción orgánica de tomate bajo invernadero. Experiencias con productores de zona alta de Chalatenango.

- Reina; C. 1998. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Miliarium. 2008. España.
- Ruíz; U. Clasificación de texturas y Parámetros mecánicos de suelos. México, D.F. 2003.
- Crespo. M.; Lujan. R.; Plata; G. Barea; O. Crespo; L. Lino; V. 2010. Guía para el manejo del cultivo de tomate en invernadero.
- Centro de investigación y capacitación Koopert Rapel (CEICKOR). 2006. Experiencias con plagas enfermedades en invernaderos de tomate. Principales plagas y enfermedades del tomate en invernadero.