

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL  
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

REHABILITACIÓN DEL INVERNADERO Y SISTEMA DE RIEGO EN EL ÁREA  
AGRONÓMICA DE CIBAC.

Prestador de servicio social:

Bruno Santiago Baltazar González

Matrícula: 2172028789

Asesor interno: Antonio Flores Macías

Número económico: 13174

Asesor externo:

Francisco Alejandro Gómez Paz

**Lugar de Realización:**

Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

**Fecha de Inicio y Término:** 3 de enero a 3 julio del 2022

## Índice

Resumen .....	3
Introducción .....	3
Marco Teórico .....	4
Objetivo .....	6
Metodología.....	6
Actividades realizadas .....	11
Objetivo y metas alcanzadas.....	12
Resultados.....	12
Discusión.....	12
Conclusiones .....	13
Referencias .....	13

## Resumen

En el presente informe de Servicio Social se realizó la instalación del sistema de riego y rehabilitación de los invernaderos para reiniciar la producción de jitomate en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC).

En la agricultura se entiende por sistema de riego a las estructuras mediante las cuales se suministra agua en forma controlada, de acuerdo a las necesidades hídricas de las plantas. La ejecución del presente trabajo resultó en la colocación de un sistema de riego constituido por tuberías y mangueras para conducir el agua hasta las plantas de jitomate, además de equipo para automatizar el funcionamiento del mismo. Con ello se logró utilizar sólo el agua necesaria para el cultivo y con la frecuencia calculada para mantener un nivel óptimo de humedad en la zona radicular de los cultivos. De manera paralela, se rehabilitó la cubierta plástica del invernadero donde se instaló el sistema de riego y, posteriormente, se estableció el cultivo de jitomate.

## Introducción

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), define a la agricultura protegida como aquella en la que los cultivos se encuentran resguardados con cubiertas plásticas, malla sombra u otro tipo de material, que permiten tener un control de condiciones ambientales como la temperatura, humedad y luz; que al tener dichas condiciones controladas, puede proteger los cultivos de fenómenos como heladas, lluvias, sequías o plagas; lo que previene la pérdida de estos y genera un aumento de la producción (SADER, 2020).

Esta manera de producir trae grandes beneficios como: ahorro de agua, generación de empleos, mayor producción de alimentos, productos con mayor calidad, un mejor control de la producción, la oportunidad de cultivar productos fuera de sus temporadas y mayores ganancias para los productores (SADER, 2020).

Uno de los elementos fundamental dentro de las actividades agropecuarias es el agua, se requiere de un aprovechamiento óptimo de este líquido vital debido a su limitada disponibilidad en varias partes del país (SADER, 2018). Este líquido se hace llegar a los cultivos mediante diferentes sistemas, con la finalidad de aportar la cantidad de agua necesaria, humedeciendo el suelo hasta la profundidad que requiera el cultivo; entre los diferentes sistemas están el riego por goteo, por aspersión, por bombeo y por gravedad (SADER, 2018). Los cultivos comerciales requieren riego cuando la lluvia es insuficiente o se distribuye de manera desigual a lo largo de la temporada de crecimiento, al igual que se requieren en los tipos de agricultura protegida. Uno de los aspectos más difíciles de la tecnología de riego es distribuir el agua de manera uniforme y eficiente en un área grande utilizando la menor cantidad de energía posible (Perea *et al.*, 2016, citado por Aliyi Ame *et al.*, 2022).

El riego por goteo se caracteriza por ser un sistema eficiente de ahorro de agua, el cual consiste en suministrar la cantidad necesaria para cada planta por medio de un sistema de válvulas, tuberías y mangueras con emisores que operan bajo presión, puede utilizarse tanto a cielo abierto como en siembras bajo invernadero (SADER, 2018).

## Marco Teórico

La producción hortalizas tiene una importancia económica a nivel mundial y México es de los principales exportadores de jitomate; parte de su producción es obtenida bajo condiciones de invernadero. El mercado actual tiene una alta demanda por productos agrícolas de calidad por lo que se requieren condiciones que faciliten obtenerla, lo que se logra más fácilmente cuando se modifican las condiciones ambientales mediante el uso de invernadero (Flores y Ojeda, 2015).

El uso de los invernaderos como alternativa de producción agrícola evita ciertas restricciones que el medio ambiente impone al desarrollo de las plantas cultivadas; sin embargo, como todo negocio, existen ventajas y desventajas que le benefician y afectan, como las que se menciona a continuación (SIAP, 2017):

### Ventajas:

- Cultivos intensivos y continuos. Se logra el desarrollo de estos durante todo el año y se intensifica la producción agrícola.
- Abasto, disponibilidad y calidad de productos. Es posible obtener productos que no necesariamente se desarrollen en una temporada específica, con una mejor calidad que otros que se obtienen sin esta técnica.
- Menor riesgo de la producción y mejor uso del agua. Las estructuras que protegen los cultivos permiten un mejor desarrollo; además, los sistemas de riego en dichas estructuras logran eficientar el uso del líquido vital.

### Desventajas:

- Altos costos. La estructura que requiere la agricultura protegida necesita de una inversión alta. Además, la inversión también incrementa por los gastos de operación y la compra de algunos insumos necesarios para desarrollar esta actividad agrícola.
- Capacitación especializada. Es necesaria la capacitación operativa y empresarial para esta actividad, ya que se requiere que tanto los técnicos que cuidan los cultivos hasta los profesionales que los comercializan conozcan estrategias adecuadas para que el negocio prospere.
- Mantenimiento. Para garantizar la operatividad de la agricultura protegida, se debe contemplar el mantenimiento de las estructuras, lo que implica inversiones importantes.



Otro factor importante en la producción agrícola es el riego. En los últimos años ha habido muchos avances tecnológicos aplicados a la agricultura y uno de los principales beneficios de los sistemas de fertirriego, radica en la alta eficiencia agronómica de los fertilizantes solubles aplicados por el sistema, en comparación con los fertilizantes tradicionales aplicados sobre el suelo. Algunas de las ventajas de este sistema de riego son (INTAGRI, 2019):

- El fertilizante está disponible inmediatamente para la planta, al ser solubles en el agua de riego y por ello en el suelo.
- Por su calidad técnica de las fuentes (un nitrógeno nítrico es más eficiente que un nitrógeno ureico, un nitrato de potasio es más eficiente que un cloruro de potasio, un elemento menor en quelato es más eficiente que un sulfato, etc.).
- Por la baja salinidad de los fertilizantes solubles.
- Por su alta frecuencia de aplicación en función de los requerimientos de la planta.
- Por la baja dosis de cada aplicación.
- Por el menor riesgo de lavado con las lluvias.
- Por la menor interacción con el suelo.
- Por la disponibilidad de nutrientes aplicados a un pH óptimo a la salida de los goteros o microaspersores (difusores).
- Por su uniformidad en la aplicación.

Otro punto para que el riego sea eficiente, es su correcta programación, que consiste en un conjunto de procedimientos que permiten decidir cuándo y cuánto regar. La primera decisión define el periodo de riego; esto es, el tiempo transcurrido entre el inicio de dos riegos consecutivos. La segunda implica definir la dosis o lámina a aplicar, es decir la cantidad de agua que el sistema de riego deberá suministrar en cada periodo. El sistema de riego debe de suministrar la cantidad justa de agua para cubrir el consumo hídrico del cultivo (Capraro et al., 2010). En este sentido, como menciona Allen *et al.* (1998, citado en Capraro *et al.*, 2010) el riego puede ser entendido como la aplicación artificial de agua a un perfil de suelo de manera oportuna, con el objetivo de mantener constante el balance hídrico del sistema suelo-planta-atmosfera.

El microrriego se refiere a los sistemas de riego de baja presión que utilizan goteros, microaspersores, burbujeadores y emisores de tubos pequeños para proporcionar agua sobre o debajo de la superficie del suelo. Estos sistemas de microrriego se han adoptado debido a los beneficios potenciales de alta uniformidad de riego, rendimiento de ahorro de agua y eficiencia energética (Almeida *et al.*, 2016, citado por Aliyi *et al.*, 2022).

El riego por goteo es uno de los sistemas de microirrigación más eficientes para aplicar riegos pequeños y constantes a los cultivos, lo que permite la inyección regulada de productos químicos y la aplicación de profundidades de riego frecuentes y ligeras. Proporciona agua y nutrientes directamente a la zona radicular de la planta, en cantidades precisas y en los momentos adecuados,

asegurando que cada planta reciba exactamente lo que necesita cuando lo necesita para un crecimiento óptimo (Aliyi *et al.*, 2022).

## Objetivo

- Rehabilitar el invernadero de CIBAC y su sistema de riego para realizar el establecimiento del cultivo de jitomate.

## Metodología

Para la rehabilitación del invernadero en CIBAC y el funcionamiento del sistema de riego para el cultivo de jitomate; se realizaron varias actividades durante la realización del servicio social. A continuación se describen las actividades más importantes que se realizaron:

Limpieza del invernadero:

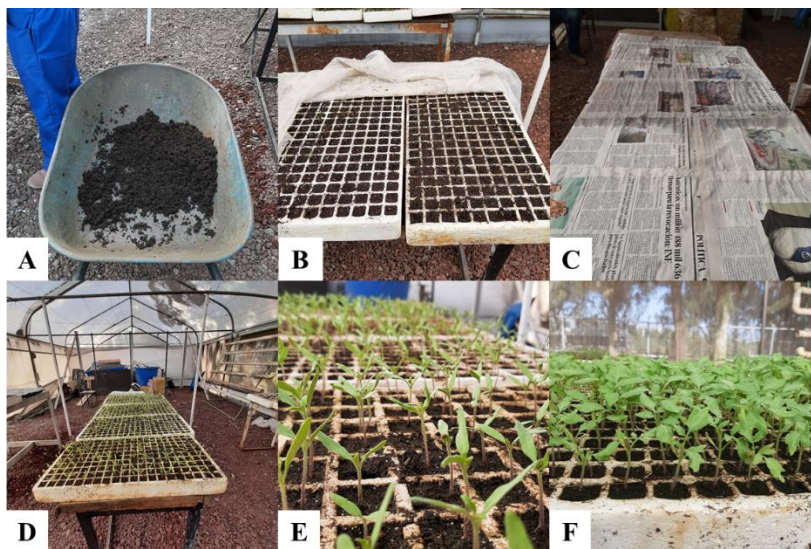
La limpieza de los invernaderos se inició con la eliminación de maleza dentro del invernadero y, utilizando la desbrazadora (Figura 1), se eliminó la maleza en el perímetro externo del mismo. Después, se procedió a lavar las superficies plásticas internas y, posteriormente, asperjar agua con cloro al 10 %.



**Figura 1.** Eliminación de maleza en el perímetro del invernadero. Fuente: Elaboración propia

### Germinación de la semilla:

Se sembró la semilla en charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato el Peat Moss; posteriormente se cubrió con papel periódico o con membrana agricola Agribon las charolas ya sembradas (Figura 2).



**Figura 2.** A) Sustrato mojado para el llenado de las charolas, B) y C) Charolas llenas y cubiertas con agribon y periódico, D), E) y F) Semilla germinada/plántula de jitomate. Fuente: Elaboración propia.

### Llenado y acomodo de las bolsas para trasplante:

Transcurridos 30 días desde su germinación, las plántulas fueron trasplantadas a bolsas que previamente fueron llenadas con el sustrato (tezontle de 2 a 5 mm). Las bolsas fueron distribuidas en un arreglo de triángulo y a una distancia de 40 cm entre plantas y 1 m entre hileras.

Para realizar el trasplante, se hicieron cavidades de 4 cm de diámetro por 5 cm de profundidad, para lo cual se utilizó un tramo de madera cilíndrica.



**Figura 3.** A) Realización del agujero para colocar la planta, B) Trasplante de la planta de jitomate.  
Fuente: Elaboración propia.

#### Sistema de riego y su rehabilitación.

Se instalaron las líneas de riego sobre las bolsas del jitomate, se utilizó una manguera de 16 mm de diámetro, calibre 45, este a su vez se conectó a la línea principal de riego que se estableció en el frente del invernadero y dentro de éste, utilizando tubo de PVC de 1”.

Se perforó el tubo de PVC a la altura de las demás líneas de riego para conectarlas colocando una válvula inicial con goma T para el conector cinta de 5/8 y se utilizó un encendedor para sellarlo con el calor

Se levantó el ground cover para escarbar marcando las líneas de riego y se perforó la cobertura para que estas estuvieran por debajo del suelo y una vez ya conectado y tapado se volvieron a poner las grapas en el suelo para asegurarlo bien.

Las líneas de riego se perforaron con una perforadora de 1/8 de pulgada y se le colocaron los goteros de la misma medida de modo en que estas quedaran frente al tallo de la planta.

#### Sistema de carga para el cultivo de jitomate.

El material utilizado para montar el sistema de carga se describe a continuación:

- Nudo de perro de 1/8 de pulgada
- Cable de acero de 1/8 de pulgada

- Rafia agrícola calibre 0.75
- Anillos o clips para tutorar el jitomate

Se midió de extremo a extremo el interior del invernadero para amarrar el cable de acero por la parte superior del tubo que cruza de extremo a extremo de éste; se aseguró el cable utilizando el nudo de perro de 1/8 de pulgada (Figura 4).



**Figura 4.** Instalación del sistema de carga.  
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se amarraron a los cables de acero los hilos de rafia tratada contra rayos UV, mismo que se cortaron a una altura que iba desde la base del cuello de la planta hasta los mismos cables de acero. Cada planta se sujetó a los hilos de rafia mediante un cinturón plástico.



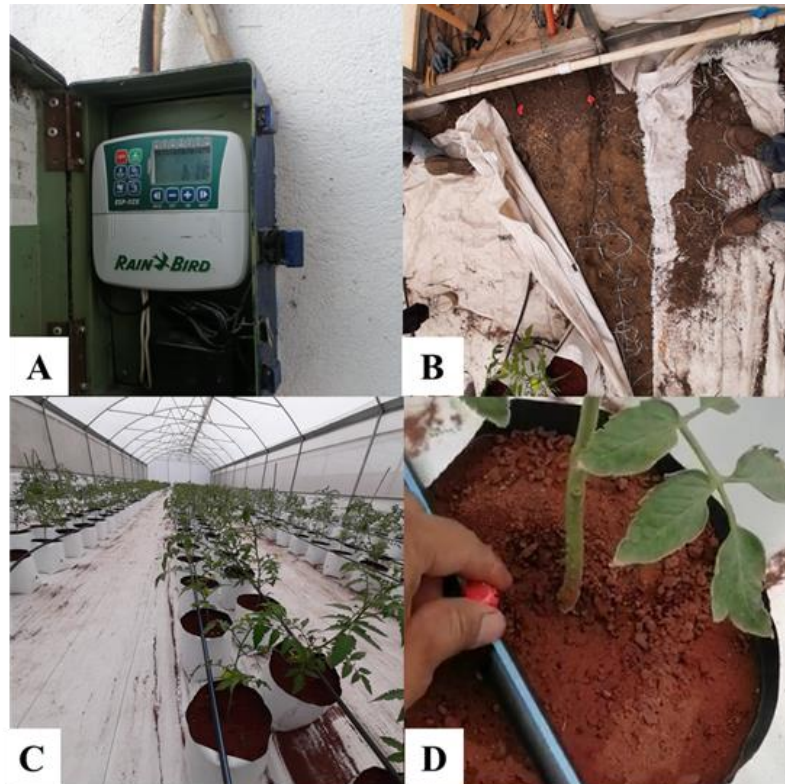


**Figura 5.** Tutoreo del jitomate. Fuente: Elaboración propia

Instalación del controlador o programador de riego:

Las líneas de riego se conectaron a una motobomba de 1 HP, que mediante alambrado fue alimentado electricamente a través de un contactor eléctrico, que a su vez fue conectado al programador marca Rain Bird (Figura 5).

Una vez instalado todo el sistema se procedió al encendido para verificar su correcto funcionamiento, las válvulas se dejaron abiertas para todas las líneas de riego y se checkaron los goteros para que fluya correctamente el agua.



**Figura 6.** A) Temporizador, B) Instalación de las líneas de riego con válvulas, C) Líneas de riego sobre las bolsas, D) Verificación del correcto funcionamiento de los goteros. Fuente: Elaboración propia.

## Actividades realizadas

1. Limpieza del invernadero completo, se barrió y lavó el ground cover y malla. Deshierve de las orillas dentro y fuera del invernadero
2. Germinación de semillas (1000 semillas) de jitomate en charolas de 200 cavidades.
3. Llenado de bolsas con sustrato (tezontle) y acomodo en el invernadero.
4. Trasplante de las plántulas de jitomate a los 30 días de su germinación.
5. Durante el desarrollo y crecimiento del cultivo, el riego (tipo drench) se utilizó la técnica de fertilización conocida como Drench y consiste en aplicar sobre el suelo -cerca del tallo- una mezcla de nutrientes disueltos en agua, la misma que será absorbida por la raíz de la planta y permitirá recuperar, fortalecer y mejorar la producción.
6. Instalación del sistema de carga y tutorado del cultivo.
7. Instalación de las líneas de riego y conexión al temporizador y tinacos (1100 Lts) para su funcionamiento, al igual que la perforación de la manguera para colocar los goteros.
8. El llenado de los tinacos se realizó por medio de un sistema de filtrado de la fuente de agua procedente de los canales cercanos al CIBAC.

9. Una vez terminada la instalación se procedió al encendido del sistema para hacer prueba de su funcionamiento.

## Objetivo y metas alcanzadas

Se logró completar en tiempo y forma la rehabilitación del invernadero e instalación del sistema de riego y llegar hasta la etapa de cosecha del cultivo de jitomate (Figura 6).



**Figura 7.** A) Plántula de jitomate, B) Jitomate en etapa madura, C) Fruto de la planta de jitomate.  
Fuente: Propia.

## Resultados

La instalación del sistema de riego y la rehabilitación de las cubiertas plásticas de los invernaderos de CIBAC permitieron reactivar la operación de las instalaciones, ya que durante el tiempo de pandemia debido al SARS-CoV-2, estas quedaron inactivas. Con el regreso a clases de manera gradual, los alumnos de Agronomía de la UAM Xochimilco han podido realizar sus prácticas e investigaciones en las instalaciones del área de Agronomía del CIBAC. Lo anterior, permitió establecer 840 plantas de jitomate en bolsas con tezontle, las que fueron regadas y fertilizadas a través del sistema de riego rehabilitado. Al mes de julio de este 2022 ya se ha iniciado la cosecha de jitomate y su venta en la cafetería de la UAMX.

## Discusión

En los primeros meses en que se estableció el cultivo dentro del invernadero no se contaba aún con el material para realizar la instalación del sistema de riego, por lo que el agua y los fertilizantes solubles se aplicaron mediante una manguera que se conectaba a la cisterna que contenía agua procedente de los canales.



Una vez ya instalado el sistema de riego y como resultado de la gran cantidad de sedimentos en flotación que contenía el agua de los canales, los goteros se tapaban por efecto de los sedimentos que se acumulaban en la salida de agua de los goteros.

De acuerdo con Bush *et al.* (2016, citado por Aliyi Ame *et al.*, 2022), para un sistema de riego por goteo, las variaciones de presión y caudal de los emisores a lo largo de los laterales deben mantenerse por debajo de los límites aceptables para mantener la uniformidad de la distribución del agua en niveles aceptables. La eficiencia del riego, la vida útil de la operación y el desarrollo de los cultivos llegan a ser perjudicados por dos factores clave: la poca uniformidad del riego y el bloqueo del emisor. El uso de un emisor compensador de presión (PC) es una solución viable a este problema. El término "compensación de presión" se refiere a los emisores de goteo que mantienen un caudal constante independientemente de la presión aplicada. El taponeo de los goteros se solucionó limpiándolos de forma manual, ya que el no atender este problema perjudica al rendimiento del cultivo.

Otro problema que se presentó durante el crecimiento y desarrollo de la planta fue la falta de tutor o sostén de la planta, lo cual se resolvió temporalmente utilizando carrizos para soportar el peso de la planta. ptó

## Conclusiones

El trabajo realizado durante los seis meses de servicio cumplió con los objetivos originalmente planteados; además de que permitió el incrementar la experiencia práctica en el manejo agronómico de un cultivo. Los retos técnicos que se presentaron durante la rehabilitación del invernadero y la instalación del sistema de riego pusieron a prueba diferentes habilidades adquiridas previamente y también permitieron desarrollar otras que ayudarán a un mejor ejercicio de la práctica agronómica. Una infraestructura que recibe buen mantenimiento facilita la obtención de buenos rendimientos en los cultivos.

## Referencias

- Aliyi Ame, M., Shouhua C., y Yahya Khailah, E. (2022). Optimal selection of lateral in drip irrigation system with pressure compensating emitters. *Ain Shams Engineering Journal* Volume 13, Issue 4. Consultado el 29 de junio del 2022 en ScienceDirect. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101715>
- Capraro, F., Tosetti, S., y Vita Serman, F. (2010). Laboratorio virtual y remoto para simular, monitorizar y controlar un sistema de riego por goteo en olivos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* Vol. 7, Núm. 1, pp. 73-84.

Consultado el 11 de enero del 2022 en ScienceDirect. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(10\)70010-8](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(10)70010-8)

- Flores, V. J., y Ojeda, B. W. (2015). *Consideraciones agronómicas para el diseño de invernaderos típicos de México*. IMTA. Consultado el 10 de enero del 2022. Disponible en: [https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/riego-drenaje/libro-invernaderos-de-mexico.pdf](https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/riego-drenaje/libro-invernaderos-de-mexico.pdf)
- INTAGRI. (2019). *Importancia del Fertirriego en la tecnificación de cultivos*. INTAGRI. Consultado el 11 de enero del 2022. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/importancia-del-fertirriego-en-la-tecnificacion-de-cultivos>
- SADER. (2018, Marzo 21). *En la agricultura, los sistemas de riego son utilizados para un aprovechamiento óptimo del agua*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 29 de junio del 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua?idiom=es>
- SADER. (2020). *Agricultura protegida, otra manera de cultivar*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado el 10 de enero del 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/agricultura-protegida-otra-manera-de-cultivar>
- SIAP. (2017). *Agricultura protegida*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 10 de enero del 2022. Disponible: <https://www.gob.mx/siap/articulos/agricultura-protegida-el-valor-de-la-produccion-bajo-esta-tecnica-crecio-47-9-en-2016?idiom=es>
-