



Análisis del cultivo de tomate rojo bajo condiciones protegidas con un sistema hidropónico reutilizando la solución nutritiva en la Zona Norte de Veracruz.

Luz Angela Hernández, Samira King Delgado, Jesús Muñiz Blanco
luz.hernandez@itspanuco.edu.mx, samira.king@itspanuco.edu.mx, jesus.muniz@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

El estudio del presente documento describe la investigación referente a la comparativa de trabajo entre un cultivo desarrollado en campo abierto y un cultivo basado en espacios protegidos bajo la modalidad de un invernadero, utilizando además el modelo hidropónico.

La intención es contribuir a la investigación para la producción de vegetales en espacios controlados, en el sector agrícola de Pánuco Veracruz. Alguna de las iniciativas proviene de la baja producción relacionada con las variables condiciones climáticas, con altas temperaturas en la mayor parte del año.

PALABRAS CLAVE: invernadero, hidroponía, cultivo

INTRODUCCIÓN

La intención del presente artículo se deriva de los trabajos del proyecto “Sistema de monitoreo y control para la automatización de la producción de vegetales en un ambiente controlado mediante interface arduino”, en el cuál se trabaja un modelo experimental de invernadero para producir vegetales en espacio protegido, adecuando las condiciones de ambiente ideales para producir de manera más eficiente y sostenible, tanto en tierra como en un modelo hidropónico.

En México el tomate rojo es la hortaliza número uno usada en la mayoría de los platillos de las familias, es una baya muy coloreada típicamente de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de los pigmentos licopeno y caroteno su nombre científico es *Lycopersicum esculentum*, no es producida en todas las regiones.

En la última década, la producción de cultivos en hidroponía ha sido una opción adicional para abastecer de alimentos a la población. La hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (SN) (agua y fertilizantes), con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, etc.) para proveer soporte mecánico a la planta. Cabe mencionar que el volumen de tomate rojo obtenido con el

uso de estas últimas tecnologías pasó del 2.9 por ciento en 2005 a 32.2 por ciento en 2010, y hasta 59.6 por ciento del volumen total en 2015. (FIRA 2016).

Es por eso el interés de realizar un análisis de factibilidad entre producir en espacios protegidos contra espacios abiertos.

OBJETIVOS

Analizar el suministro de recursos del proceso de cultivo de tomate rojo con un sistema en campo abierto, contra un sistema de monitoreo de condiciones ambientales en invernadero, empleando además la técnica de hidroponía.

Objetivos específicos:

1. Recolección de información de las condiciones óptimas para el cultivo de tomate rojo en campo abierto.
2. Recolección de información de las condiciones óptimas para el cultivo de tomate rojo en un modelo de invernadero con técnica de hidroponía.
3. Análisis comparativo de los recursos integrados en campo abierto y modelo de invernadero.
4. Descripción de los resultados obtenidos.

ANTECEDENTES

Vivimos en una sociedad que está inmersa en el desarrollo tecnológico, donde el avance de las Tecnologías ha cambiado nuestra forma de vida, impactando en muchas áreas del conocimiento. En el área de la producción, en las últimas décadas se ha visto como las máquinas han sustituido la mano del hombre, es así como también ha tenido impacto en la producción agrícola ya que con la aplicación de la tecnología se ha logrado la producción de vegetales controlando las condiciones ambientales que permiten la obtención de un producto con mayor calidad que la del cultivo tradicional.

Víctor Martínez de Vicente en su tesis denominada “Comportamiento del tomate establecido en diferentes sustratos y láminas de riego”, realizada en el 2012, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Torreón Coahuila, cuyo objetivo es evaluar el comportamiento del tomate en mezclas de perlita con Vermicompost desarrollado bajo condiciones de casa sombra, cuya metodología utilizada es experimental, sus resultados indican que la productividad fue de 8.11 kg-m³, bajo condiciones de casa sombra.

Rubén Trejo Rangel, en su tesis “Evaluación de sustratos y enarenados en producción de tomate bola en invernadero”, elaborado en la facultad de agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, cuyo objetivo es evaluar el rendimiento de tomate bola bajo diferentes texturas de suelo usando agua alta en sales, utiliza una metodología experimental, encontrando como resultados que la siembra en suelo es una buena opción, sobre todo para los productores con niveles de tecnología baja y media, por lo que es importante estudiar los tipos de suelo en donde se pueden obtener los mayores rendimientos. Por otro lado Ojodeagua et al., (2008) mencionaron que la siembra en suelo tiene ahorro en agua y fertilizante comparado con la siembra en sustratos y estos ahorros pueden ser del orden de 50% en fertilizante y de 70% en agua.

Adicionado a lo anterior los cultivos anteriormente se producían en un cielo abierto sin recibir afectaciones considerables ya que, aunque el cultivo era por temporal no existían un clima incierto como el que actualmente vivimos con temperaturas extremas y con escasez de lluvias. Derivado de lo anterior han surgido diversos tipos de cultivos entre ellos el que es objeto de estudio, como lo es la siembra de tomate bajo condiciones protegidas con sistema hidropónico reutilizando la solución nutritiva (agua y minerales).

METODOLOGÍA

El método de investigación utilizado para el desarrollo del presente proyecto es Investigación-Acción, el cual es un método de la Investigación Cualitativa.

El método de investigación utilizado para el desarrollo del presente proyecto está basado bajo una investigación descriptiva, contemplando las siguientes actividades:

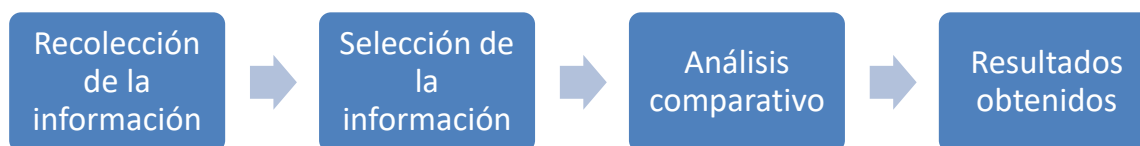


Figura 1. Metodología del desarrollo

Recolección de la información

En esta actividad se realiza una investigación exhaustiva de fuentes que realizan cultivos tanto en campo abierto como en modelos protegidos, invernaderos, utilizando cultivo en tierra e hidroponía.

Selección de la información

En esta actividad se discrimina y organiza la información pertinente para filtrar aquella que sea de mayor relevancia con la finalidad de realizar el análisis comparativo.

Análisis comparativo

Se realizan las tablas comparativas correspondientes en cultivo a campo abierto y cultivo en espacio protegido, utilizando las mismas proporciones, analizando las siguientes características: condiciones climatológicas, preparación, siembra, cultivo, y cosecha.

Dichas tablas realizan un comparativo de las características y los recursos económicos.

Desarrollo y resultados obtenidos

1. Recolección de la información

Tabla 1. Recolección de información.

Num.	Título	DATOS ANALIZADOS	CONTENIDO
1	Manual de cultivo del tomate al aire libre	http://www.inia.cl/wp-content/uploads/Manuales deProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf	Manual de cultivo de tomate al aire libre. Este documento está compuesto por varios capítulos, conforme a los manejos más relevantes e importantes del proceso productivo de este cultivo.
2	Técnicas de hidroponía	https://www.conevyt.org.mx/educamba/guias_emprendizaje/CONDICIONES_AMB.pdf	Guías de aprendizaje CONEVyT Producción de Jitomate, técnica de hidroponía. Las condiciones ambientales que se deben considerar en la producción de jitomate.
3	Producción de tomate. Sistema hidropónico con solución nutritiva reciclable en sustrato de tezontle.	http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942920009.pdf	Producción de tomate sistema hidropónico solución nutritiva reciclable en sustrato de tezontle.

4	Cultivos anuales. Superficie cultivada a cielo abierto	https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/	Cultivos anuales. Superficie cultivada a cielo abierto. Encuesta nacional agropecuaria 2017
5	Creatividad y desarrollo tecnológico	http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v5n2/data/Efecto_de_diferentes_concentraciones_de_potasio_y_nitrogeno_en_la_productividad_de_tomate_en_cultivo_hidroponico.pdf	Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico
6	Rentabilidad en la producción de hortalizas en ambientes controlados	https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Economia%20y%20Agronomia%20T-I/HCEA_TI_1.pdf	Obtener los índices de rentabilidad en la producción de tomate para un invernadero con sustrato y riego por goteo, ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo Con base en la información de costos, sugerir medidas para mejorar la rentabilidad en la producción de tomate bajo invernadero en esta región.
7	Panorama agroalimentario	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf	FIRA Panorama agroalimentario, de la dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial
8	Revista mexicana de agro negocios.	http://www.redalyc.org/pdf/141/14101909.pdf	Análisis de la Rentabilidad de un Sistema de Producción de Tomate Bajo Invernadero en la Región Centro-Sur de Chihuahua.
9	Producción hidropónica de tomate	http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v7n2/v7n2a07.pdf	Producción hidropónica de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en cascarilla de arroz mezclada

			con materiales minerales y orgánicos
10	Revista de Ingeniería Tecnológica	https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Ingenieria_Tecnologica/vol1num4/Revista_de_Ingenieria_Tecnologica_V1_N4_7.pdf	Evaluación de cuatro genotipos de tomate Heirloom en producciones orgánicas en invernadero
11	Revista internacional de contaminación ambiental.	http://www.redalyc.org/pdf/370/37019853004.pdf	Manejo y Control De Plagas Del Cultivo de Tomate En Cintalapa, Chiapas, México

2. Selección de la información

Al realizar el estudio y análisis del material que se recolecto se selección la información que no apoyaría en nuestro análisis quedando la siguiente lista de información:

Tabla 2. Discriminación y selección de información.

Num.	Título	DATOS ANALIZADOS	CONTENIDO
1	Manual de cultivo del tomate al aire libre	http://www.inia.cl/wp-content/uploads/Manuales_deProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf	Manual de cultivo de tomate al aire libre. Este documento está compuesto por varios capítulos, conforme a los manejos más relevantes e importantes del proceso productivo de este cultivo.
2	Técnicas de hidroponía	https://www.conevyt.org.mx/educamb/guias_emprendizaje/CONDICIONES_AMB.pdf	Guías de aprendizaje CONEVyT Producción de Jitomate, técnica de hidroponía. Las condiciones ambientales que se deben considerar en la producción de jitomate.

3	Producción de tomate. Sistema hidropónico con solución nutritiva reciclable en sustrato de tezontle.	http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942920009.pdf	Producción de tomate sistema hidropónico solución nutritiva reciclable en sustrato de tezontle.
4	Cultivos anuales. Superficie cultivada a cielo abierto	https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/	Cultivos anuales. Superficie cultivada a cielo abierto. Encuesta nacional agropecuaria 2017
5	Creatividad y desarrollo tecnológico	http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v5n2/data/Efecto_de_diferentes_concentraciones_de_potasio_y_nitrogeno_en_la_productividad_de_tomate_en_cultivo_hidroponico.pdf	Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico
6	Rentabilidad en la producción de hortalizas en ambientes controlados	https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Economia%20y%20Agronomia%20T-I/HCEA_TI_1.pdf	Obtener los índices de rentabilidad en la producción de tomate para un invernadero con sustrato y riego por goteo, ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo Con base en la información de costos, sugerir medidas para mejorar la rentabilidad en la producción de tomate bajo invernadero en esta región.
7	Panorama agroalimentario	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf	FIRA Panorama agroalimentario, de la dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial

3. Análisis comparativo

Tabla 3. Comparación del cultivo de tomate bajo cielo abierto e hidroponía.

ACTIVIDADES	CIELO ABIERTO	HIDROPONIA
CONDICIONES AMBIENTALES:		
ACIDEZ	Es necesario un PH de 6 a 6.5 ya que solo el 7.98% del suelo es apto para el cultivo. (INEGI 2009)	Aspecto controlable a través del suministro de nutrientes.
CLIMA	Se siembra preferentemente en otoño – invierno o en climas templados entre 18 y 30 °C	Se siembra en cualquier temporada del año debido a que las condiciones son controlables.
AGUA	Contar con suficiente suministro de agua y un sistema de riego.	Ahorro de agua en un 50% ya su sistema recircula el agua lo que permite la reutilización de nutrientes.
SUELO	Se requiere una gran cantidad de suelo con las condiciones óptimas.	No requiere suelo, se realiza en poco espacio, utilizando arena, grava, aserrín, etc. combinada con nutrientes.
PREPARACIÓN DE LA TIERRA.	La tierra se prepara realizando rastreo, arado y alomillada para levantar surcos de entre 30 cm de alto con una distancia entre 1.2 y 1.8 metros de distancia.	No requiere preparación de suelo ya que se utiliza arena, arcilla, acerrin etc con agua lo que permite una producción en capas.
COSECHA	La frecuencia de la cosecha varía según la época, variedad y el método del cultivo.	Se puede cosechar en cualquier época del año. Esta técnica permite un cultivo en capas o por lotes es decir al mismo tiempo que cosecha se esta sembrando.
CONTROL DE PLAGAS	Mayor ataque de plagas y enfermedades en el cultivo del tomate deben ser identificadas a tiempo para realizar un adecuado manejo.	Detección oportuna en la aparición de plagas al contar con un cultivo que no se encuentra a nivel de suelo.

Tabla 4. Cuadro comparativo de la superficie sembrada. (Hectáreas) Fuente: SIAP-SAGARPA

TECNOLOGÍA	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CIELO ABIERTO	73,960	65,431	64,663	55,447	50,037	49,170	44,375	41,567	36,586	40,572	36,848
AGRICULTURA PROTEGIDA	395	1,078	1,973	1,801	3,536	5,341	9,405	14321	11,648	11,802	13,747

Tabla 5. Cuadro comparativo de la superficie sembrada. (Producción en toneladas)
Fuente: SIAP-SAGARPA

TECNOLOGÍA	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CIELO ABIERTO	2,180,047	65,431	64,663	55,447	50,037	49,170	44,375	41,567	36,586	40,572	36,848
AGRICULTURA PROTEGIDA	66,199	1,078	1,973	1,801	3,536	5,341	9,405	14321	11,648	11,802	13,747

RESULTADO Y CONCLUSIONES

Como resultados del análisis comparativo se puede deducir que la producción a campo abierto a disminuido considerablemente desde el 2005 pues según SIAP-SAGARPA (2015) la producción bajo agricultura protegida ha ido en aumento disminuyendo la producción a cielo abierto en un 43%, es importante resaltar que el uso de hidroponía tiene un costo alto en la inversión en su fase inicial pero que en programa de producción a mediano y largo plazo, el costo – beneficio es redituable y factible.

Se puede observar que el cultivo en campo abierto puede generar en apariencia mayores resultados al contar con grandes espacios de siembra, pero es también mayor el grado de riesgo debido a los factores ambientales y de control de plagas que se pueden dar, por lo tanto el control requiere mayor inversión en insumos y mano de obra. Solo permite la siembra en temporadas idóneas y los sistemas de riego deben ser eficientes para que la planta se desarrolle satisfactoriamente.

Un aspecto relevante en la región es la casi nula existencia de proyectos y programas de capacitación para los productores de tomate ofertados por las instituciones estatales agrarias municipales.

Una fortaleza importante que tienen los productores del cultivo de tomate bajo cubierta es la producción por etapas, lo cual protege al productor pues es una producción sostenible, sobre todo cuando los precios del producto en el mercado son bajos.

Es necesario que los productores de tomate bajo invernadero que realizan la actividad productiva en sociedad dependan de un socio, aportante de capital en calidad de préstamo para la apropiada comercialización del producto, garantizándose de esta manera una eficiencia financiera que les estimule a seguir en esta actividad productiva.

LITERATURA CONSULTADA.

Agropecuaria, I. N. (2016). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA EN COSTA RICA*.

ALFREDO, L. H. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Sistema de Información Científica Redalyc* . Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317306>

B., A. G. (2017). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf>

INEGI. (2017). Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/>

MATA-VÁZQUEZ, H., ANGUIANO-AGUILAR, R. A., VÁZQUEZ-GARCÍA, E., GÁZANOIZQUIERDO, I., GONZÁLEZ- FLORES, D., RAMÍREZ-MERAZ, M., & PADRÓN-TORRES. (s.f.). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942920009.pdf>

PAULA PATRICIA LÓPEZ ACOSTA, A. C. (s.f.). *TECNO CIENCIA CHIHUAHUA*. Obtenido de

http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v5n2/data/Efecto_de_diferentes_concentraciones_de_potasio_y_nitrogeno_en_la_productividad_de_tomate_en_cultivo_hidroponico.pdf

SAGARPA. (2017). *SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf>

SALAZAR-MORENO, R. R.-A.-H. (s.f.). *ECORFAN*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Economia%20y%20Agronomia%20T-I/HCEA_TI_1.pdf