



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



## MESA 1: INGENIERÍA DE RIEGO Y DRENAJE

# Evaluación del desarrollo de fresa (Fragaria x ananassa Duch, esne Cv. Albión) en un sistema hidropónico tipo NFT

Neyly Yuridiana López Ramírez, Efraín Neri Ramírez\*;  
Héctor Manuel Rodríguez Morán; Yolanda del Rocío  
Moreno Ramírez; Rafael Delgado Martínez y Miguel  
Ángel García Delgado.



Fecha de presentación: 05 de octubre 2023



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



# INTRODUCCIÓN





# INTRODUCCIÓN

En la actualidad es de vital importancia producir alimentos, libres de concentraciones tóxicas de metales pesados, insecticidas y que no se contamine el ambiente en el que se cultivan y además que optimicen el uso de los recursos naturales para producir cultivos con calidad e inocuidad.



# CULTIVO HIDROPÓNICO

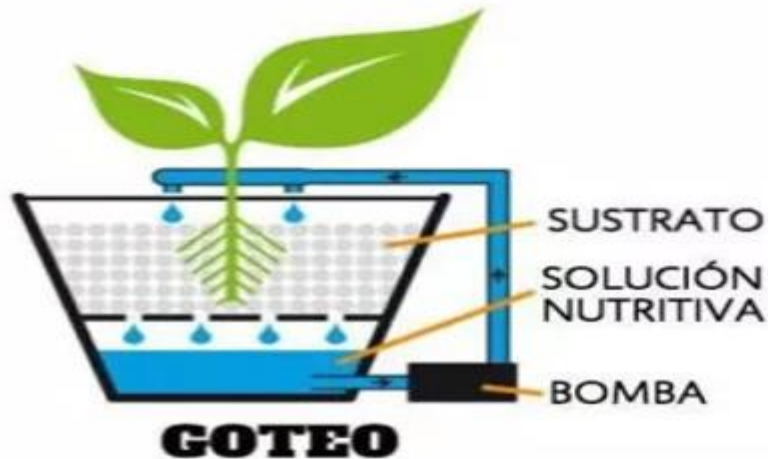


La hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo, esta permite su establecimiento en estructuras simples o complejas.



Con esta técnica se obtienen plantas en menor tiempo y excelente calidad, aportando la solución nutritiva con disponibilidad permanente de los nutrientes para la planta, lo que no sucede en el suelo.

# TIPOS DE SISTEMAS HIDROPÓNICOS







VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMIIR - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# SOLUCIÓN NUTRITIVA

---

Una solución nutritiva es un medio que le provee a la planta el agua y los nutrientes necesarios para su buen crecimiento y desarrollo. Una solución nutritiva completa debe tener los siguientes nutrientes; Nitrógeno ( $N^{+3}$ ), Fósforo ( $P^{+3}$ ), Potasio ( $K^{+1}$ ), Calcio ( $Ca^{+2}$ ), Magnesio ( $Mg^{+2}$ ) y Azufre ( $S^{+2}$ ). Otros elementos como el Hierro ( $Fe^{+2}$ ), Molibdeno ( $Mo^{+4}$ ), Boro ( $B^{+3}$ ), Zinc ( $Zn^{+2}$ ), Níquel ( $Ni^{+2}$ ) y Cobre ( $Cu^{+2}$ ).

## FRESA

Las fresas de fruto grande del tipo *Fragaria x ananassa*, llamada vulgarmente fresón y el tallo es un rizoma corto con peciolo foliares largos y raíces fasciculadas, que descenden hasta una profundidad de 25 a 30 cm.





# IMPORTANCIA NUTRICIONAL





# PRODUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL Y NACIONAL

## Principales productores de fresa en el mundo (tn)



Rank	Entidad federativa	Volumen (toneladas)		Variación (%) 2012-2017
		2012	2017	
	<b>Total nacional</b>	<b>360,426</b>	<b>658,436</b>	<b>82.7</b>
1	Michoacán	203,314	484,936	139
2	Baja California	111,708	91,660	-17.9
3	Guanajuato	19,600	57,667	194
4	Baja California Sur	9,840	9,985	1.5
5	México	7,246	7,825	8.0
6	Aguascalientes	240	3,336	1,290
7	Jalisco	8,301	1,690	-79.6
8	Puebla	0	516	NA
9	Zacatecas	55	301	445
10	Oaxaca	0	173	NA
	Resto	123	348	184

## Consumo anual per cápita



(SIAP, 2021)



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMETI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



**OBJETIVO GENERAL**

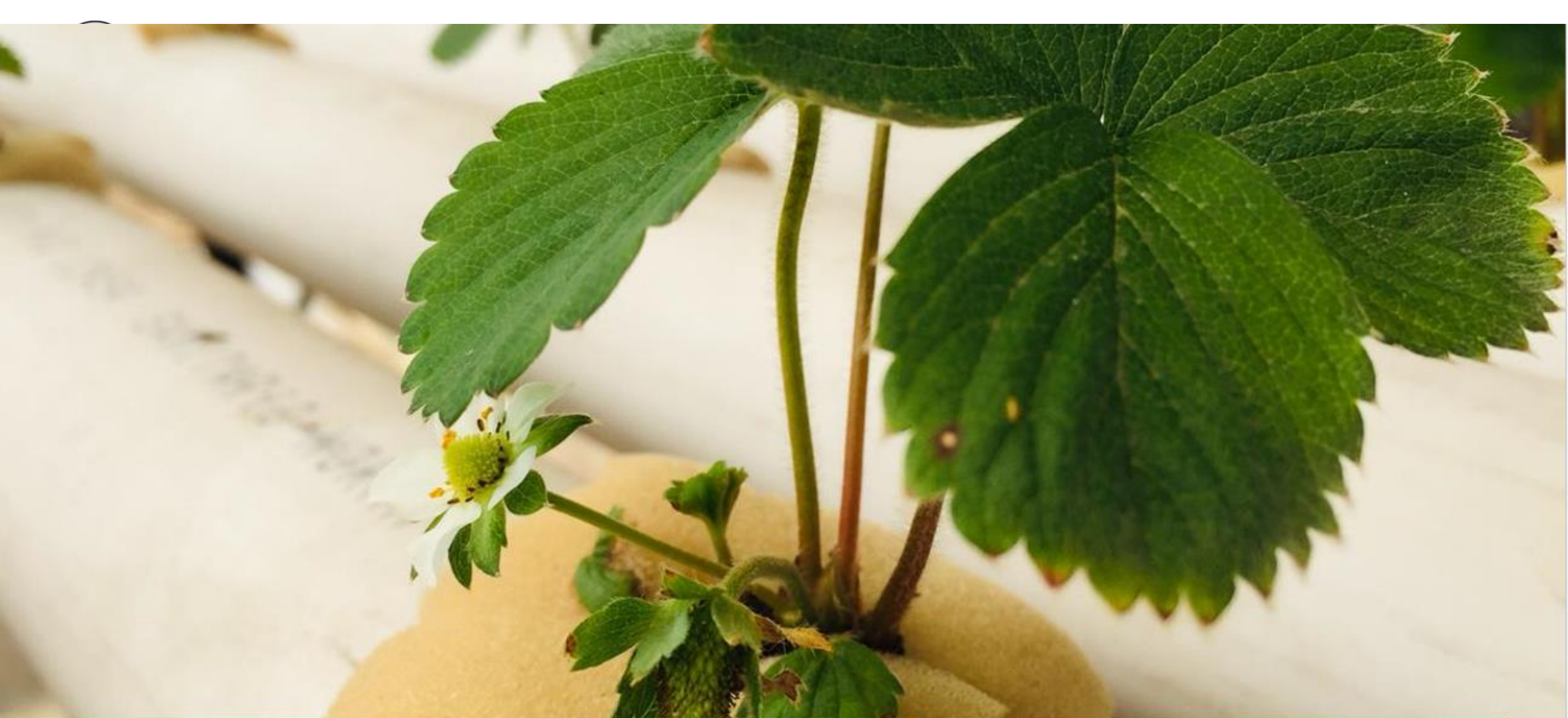




VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMIIR - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



Evaluar el desarrollo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch. Cv.  
Albión) en condiciones de un sistema hidropónico NFT.



## MATERIALES Y MÉTODOS



# LOCALIZACIÓN DEL SITIO DEL EXPERIMENTO



El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Ciudad Victoria, Tamaulipas, Ubicada en  $23^{\circ}42'51''$  N y  $99^{\circ}09'08''$  O, a una altitud de 363 msnm.



# COMPONENTE VEGETAL

---



La plántula de fresa variedad Albión fue proporcionada por la casa comercial Hidroenvironmental. La variedad Albión es de día neutro conocida por sus altos rendimientos y su gran tamaño de bayas. Las bayas son dulces en sabor, con forma clásica, y crecen en plantas con corredores robustos.



# DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Sistema hidropónico NFT  
versus un sistema convencional  
maceta con sustrato, el cual fue  
tezontle (75%) y fibra de coco  
(25%) en bolsas negras con una  
dimensión de 30 X 30 cm con  
una capacidad de 5.7 L.





# TRASPLANTE DE PLANTAS A RAÍZ DESNUDA





# SOLUCIÓN NUTRITIVA



Durante todas las etapas fenológicas del desarrollo del cultivo se utilizaron dos soluciones nutritivas: a) Casa Comercial hydroenvironmental y b) Solución Hoagland.



pH= entre 5.5-6.5



C.E.= entre 2.0 a 3.0 mS cm<sup>-1</sup>

## Solución Nutritiva Hoagland para el cultivo de fres en hidroponía

Fertilizantes	mg/L	gr/40Lst	ml/40Lts
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3.60	11.80	
$\text{MgSO}_4$	3.00	7.32	
$\text{H}_3\text{PO}_4$	1.60		0.25
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.80	2.56	
$\text{KNO}_3$	3.90	15.75	

Fuente: Hoagland y Amon (1950)

- Se aplicó de forma foliar micronutrientes para prevenir deficiencia del elemento de Boro (B)

## Solución nutritiva comercial

Elementos	%	40 gr
<b>Nitrógeno Total (N)</b>	10.0	4
<b>Fosforo asimilable (<math>\text{P}_2\text{O}_5</math>)</b>	8.0	3.2
<b>Potasio asimilable (<math>\text{K}_2\text{O}</math>)</b>	18.0	7.2
<b>Azufre (S)</b>	2.5	1
<b>Magnesio (Mg)</b>	1.8	0.72
<b>Calcio (Ca)</b>	5.9	2.36
<b>Hierro (Fe)</b>	0.1	0.04
<b>Boro (B)</b>	0.002	0.0008
<b>Zinc (Zn)</b>	0.01	0.004
<b>Cobre (Cu)</b>	0.0002	0.00008
<b>Manganeso (Mn)</b>	0.002	0.0008





VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMIIR - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# DISEÑO EXPERIMENTAL

---

Para realizar la evaluación de las plantas en condiciones semi-controladas, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Se establecieron tres tratamientos con 14 repeticiones cada uno que se desglosan a continuación:

- T1 Solución Comercial
- T2 Solución Hoagland
- T3 mezcla de sustratos el cual fue tezontle al 75% y fibra de coco al 25%

En total el experimento contó con 42 unidades experimentales, es decir una planta de fresa de variedad Albión por cada repetición que fueron sometidas a evaluación.





VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMIIR - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# VARIABLES EVALUADAS

---

- El pH de la solución nutritiva se midió con el equipo portátil marca HORIBA LAQUAtwin, con un rango de medición de pH/MV: 0 A 14 pH/ +650 MV y una precisión de  $\pm 0.1$  pH.
- La conductividad Eléctrica ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) con el equipo portátil marca HOORIBA LAQUAtwin, con un rango de medición de conductividad de: 0-199 $\mu\text{S/cm}$ , 200-1999 $\mu\text{S/cm}$ , 2.00-19.99  $\text{mS/cm}$  y una precisión de  $\pm 2\%$ .
- La concentración de solidos solubles totales se midió con el equipo portátil 300051 POCKET DIGITAL REFRACTOMETER-SPER SCIENTIFIC, con una gama  $^{\circ}\text{Brix}$  de 0 a 65%, resolución de 0.1% y una precisión de  $\pm 0.2\%$ .
- Diámetro del tallo de la planta se utilizó el vernier digital (mm).
- Altura de la planta se utilizó una cinta métrica (cm).





## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1. Temperatura en el desarrollo del cultivo de la estación meteorológica No. 28116

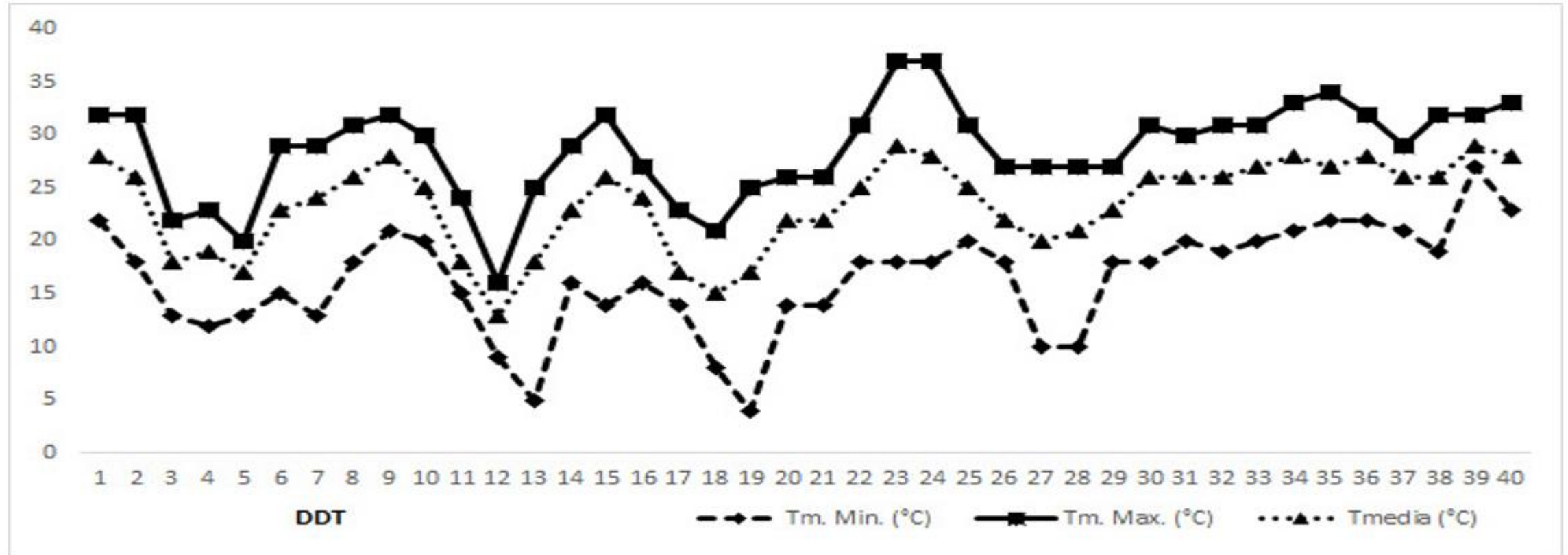
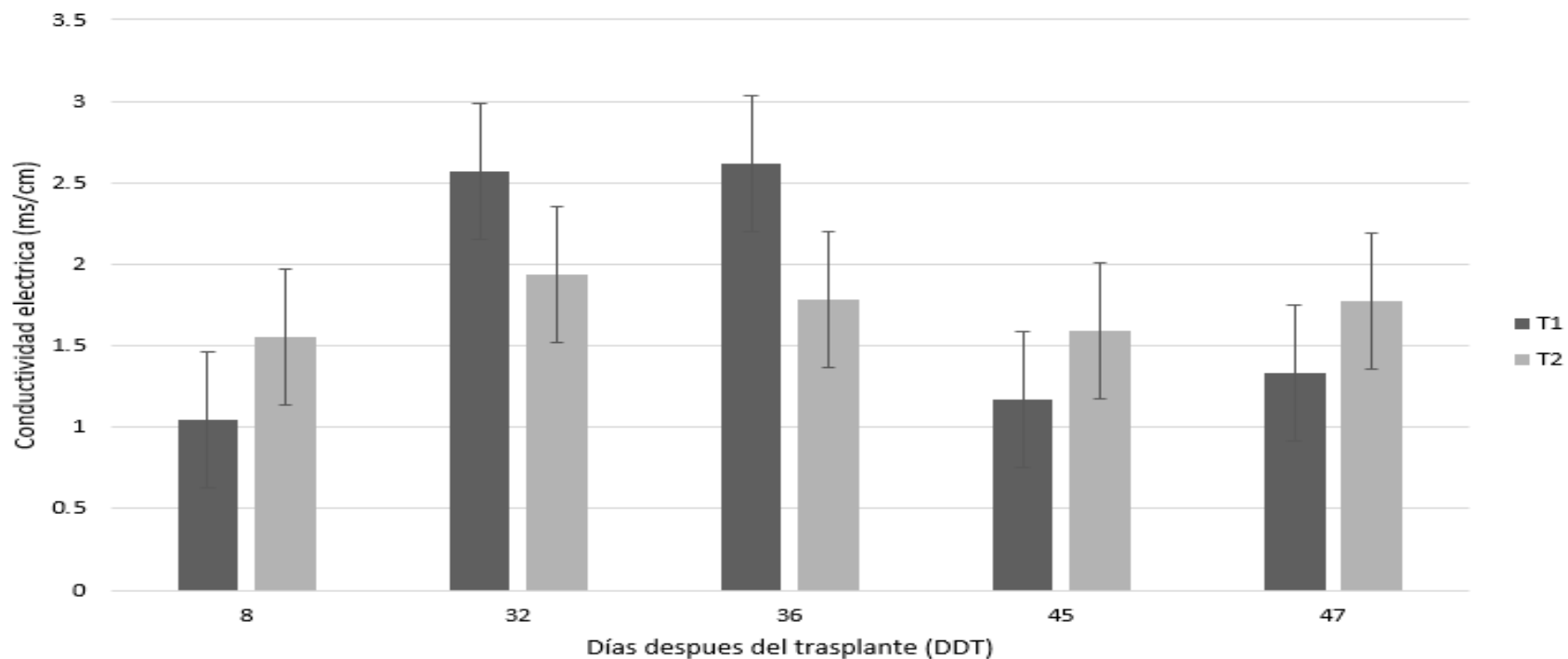


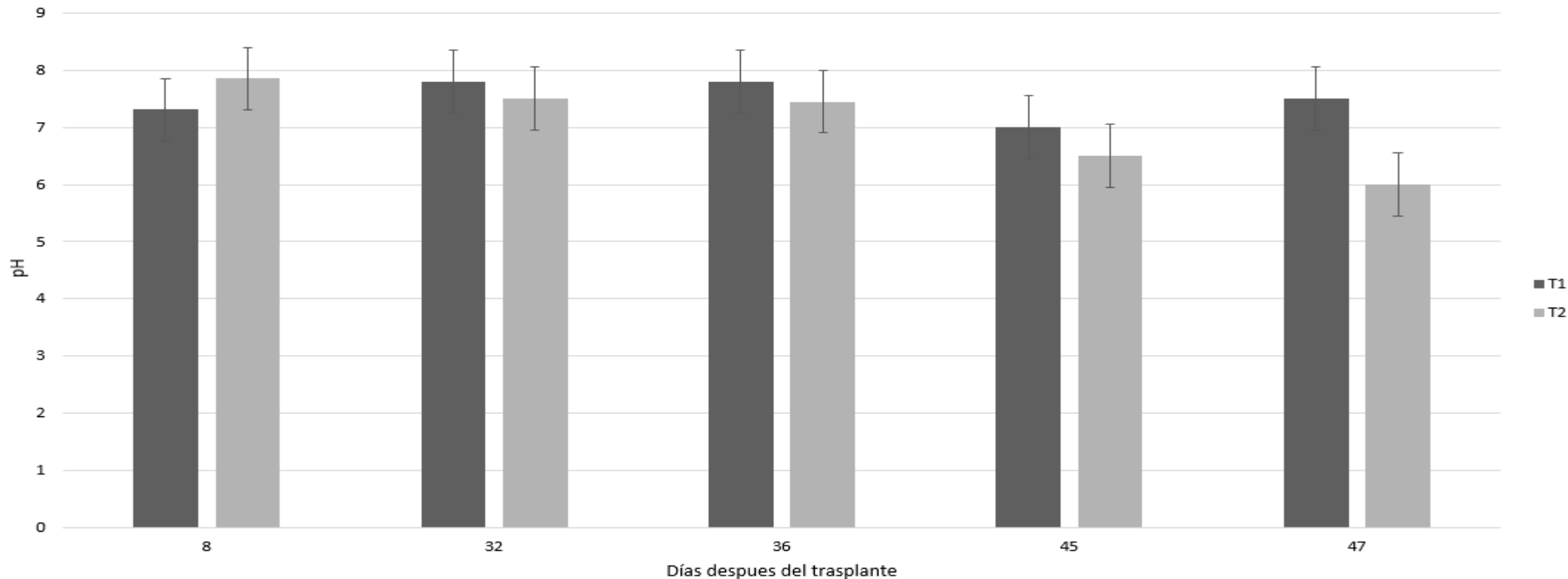


Figura 1. Evaluación de la conductividad eléctrica a lo largo del experimento



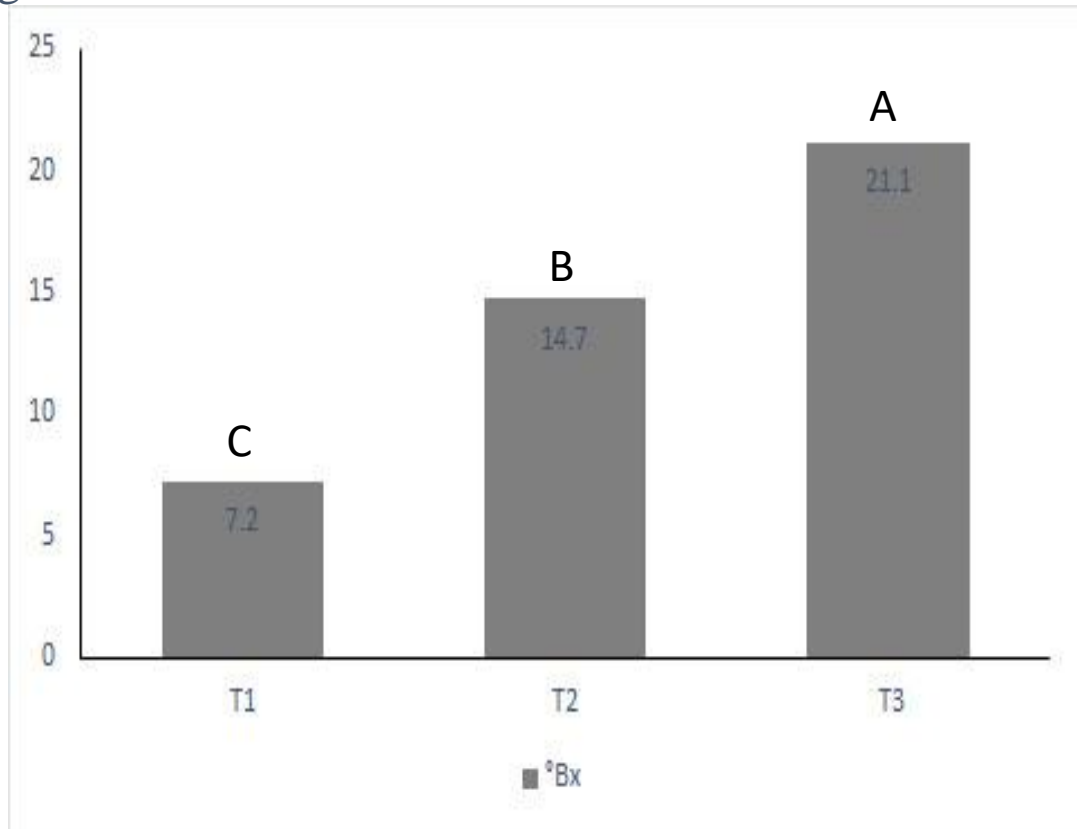
De acuerdo con Morgan (2002) para el cultivo de fresa se necesita una conductividad eléctrica (CE) de 2.0 a 3.0 mS cm<sup>-1</sup>

Figura 2. Evaluación del pH a lo largo del experimento



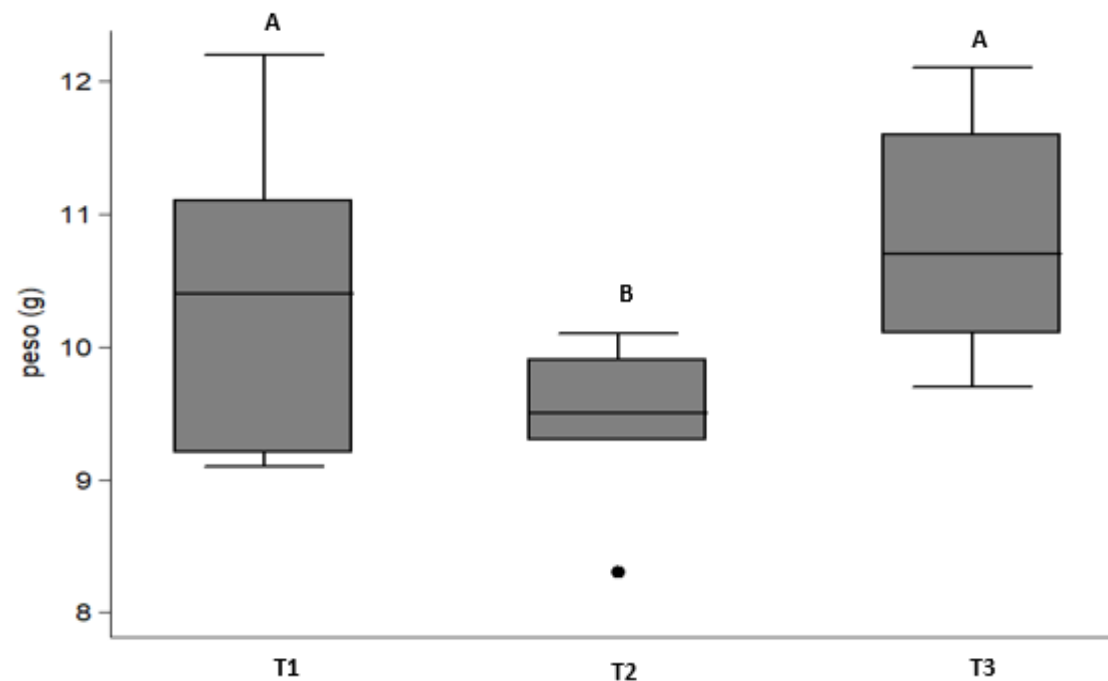
Martínez et. al., (2008), menciona que para el cultivo de fresa hidropónica el pH puede variar de 5.3 a 6.3.

Figura 3. Concentración de sólidos solubles °Brix en la fresa



De acuerdo con Ramirez (2011) las fresas son aceptables con un contenido de sólidos solubles mínimos de 7 °Brix

Figura 4. Peso de fruto (g)



De acuerdo con López et al., (2018) el peso de fruto promedio en la fresa se encuentra en rangos de 14.63 g a 21.25 g





Cuadro 1. Comparación del promedio de las variables medidas en el cultivo de fresa en los tres tratamientos.

Variable	Tratamiento T1	Tratamiento T2	Tratamiento T3
Altura de planta (cm)	5.05B	3.95B	6.90A*
Diámetro del tallo de la planta (mm)	2.35B	2.71B	3.21A
Unidad SPAD en hoja	27.02B	32.25A	37.34A
Peso de fruto (g)	9.47B	10.38A	10.90A
Longitud de fruto de fresa (mm)	37.87 A	35.14 B	33.71 B
Diámetro de fruto de fresa (mm)	25.20B	24.81AB	27.50A
Concentración de solidos solubles (°Brix)	7.20C	14.70B	21.10A

\*Medias con diferente letra dentro de las columnas indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), T=Tratamiento



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



**CONCLUSIONES**





VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEII - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



Los resultados de esta investigación muestran una mejora en el rendimiento agronómico del cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch. Vc. Albión*) para el tratamiento 3 (testigo), además se demostró que el cultivo es factible en la estación de otoño e invierno en Ciudad Victoria Tamaulipas.

Con base a los resultados obtenidos se observó un efecto de las variaciones de temperatura, que ocasionaron un bajo porcentaje de llenado de fruto; en cuanto a las fluctuaciones de la humedad relativa (>50%) provocaron un ambiente que favoreció la proliferación de hongos en el sistema hidropónico.

Finalmente se puede concluir que las condiciones climáticas en área de estudio, se ajustan más para la implementación del cultivo de fresa bajo un sistema tradicional; sin embargo, el sistema hidropónico tipo NFT no debe ser descartado debido que produjo fresa cuya calidad de fruto cumple con los estándares del mercado.



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



 **GRACIAS!**



Dr. Efraín Neri Ramírez  
[eneri@docentes.uat.edu.mx](mailto:eneri@docentes.uat.edu.mx)  
Teléfono: (834)3181800 Ext: 2101

Fecha de presentación: 05 de octubre 2023



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

