



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL CULTIVO DE FRESA

Soto Franco Lizdeini<sup>1\*</sup>; Juan Manuel Barrios Díaz<sup>1</sup>; Sigfrido David  
Morales Fernández<sup>1</sup>; Benjamín Barrios Díaz<sup>2</sup>;



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





# RESUMEN

Dentro del cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.), aún existe incertidumbre sobre la cantidad necesaria de riego para obtener producciones cercanas al potencial del cultivo.

La finalidad de este trabajo fue contribuir al conocimiento de las necesidades hídricas del cultivo de fresa comparando dos sistemas de producción en la variedad Albión, con la finalidad de determinar la productividad del agua.

Se evaluaron tres tratamientos los cuales fueron : sistema de producción orgánico en suelo, sistema de producción hidropónico en tezontle con granulometría menor a 3 mm y sistema de producción hidropónico con granulometría mayor a 5 mm.





Los resultados indicaron que el cultivo de fresa tuvo una mayor productividad del agua con el sistema de producción orgánico en suelo, la cual fue de  $16.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  en comparación con los sistemas hidropónicos en tezontle que tuvieron productividades de 2.5 y  $1.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

**Palabras clave:** Productividad del agua, cultivo orgánico, cultivo hidropónico.



# Introducción



Actividad económica de alto consumo de recursos hídricos (CNA, 2006)



Estrategia clave centrada en mejorar la productividad del agua



Uso eficiente del agua



Cultivo de fresa en México



Mejores técnicas de cultivo



Agricultura orgánica





## Productividad del agua

El concepto de productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.* (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento.

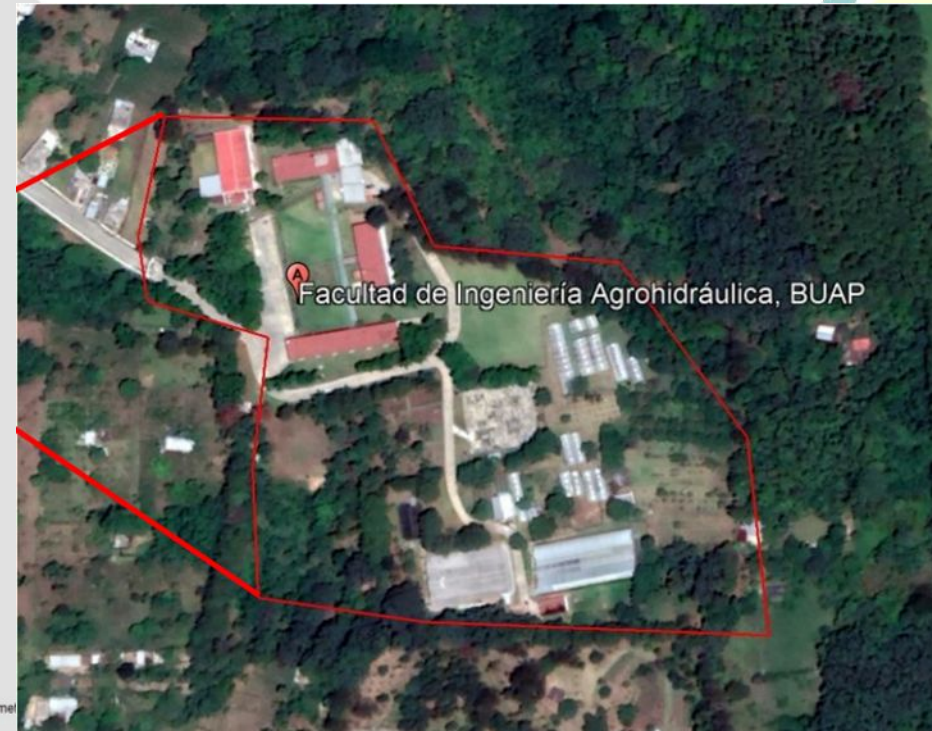
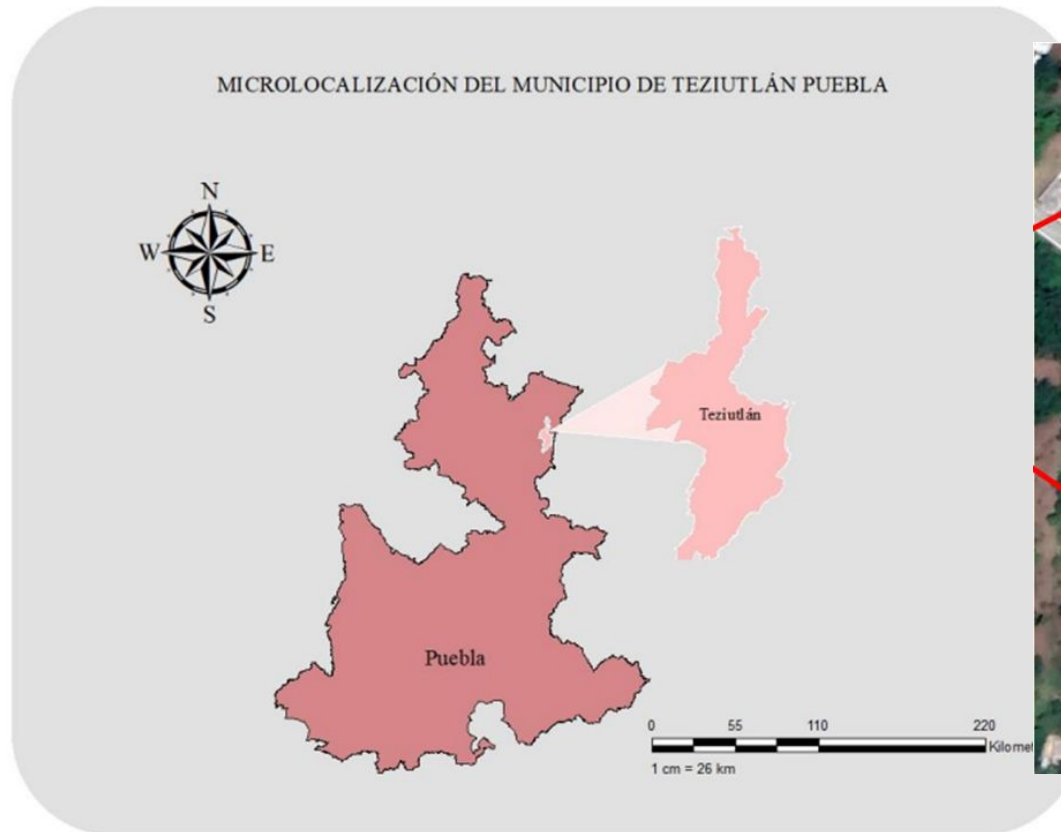
$$\text{Productividad del agua} = \frac{\text{Producción (kg)}}{\text{Cantidad de agua utilizada (m}^3\text{)}}$$

Trabajos realizados muestran cifras que varían entre 3,000 y 8,000 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Gavilán *et al.* 2015).



# Materiales y Métodos

La investigación se realizó de enero a julio de 2020 bajo condiciones de invernadero en la región nororiental del Estado de Puebla en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.



# Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos, los cuales fueron:

- ❑ Sistema de producción orgánico en suelo
- ❑ Sistema de producción hidropónico en tezontle con granulometría menor a 3 mm y
- ❑ Sistema de producción hidropónico en tezontle con granulometría mayor a 5 mm.

El acomodo del experimento se muestra en la Figura 1.

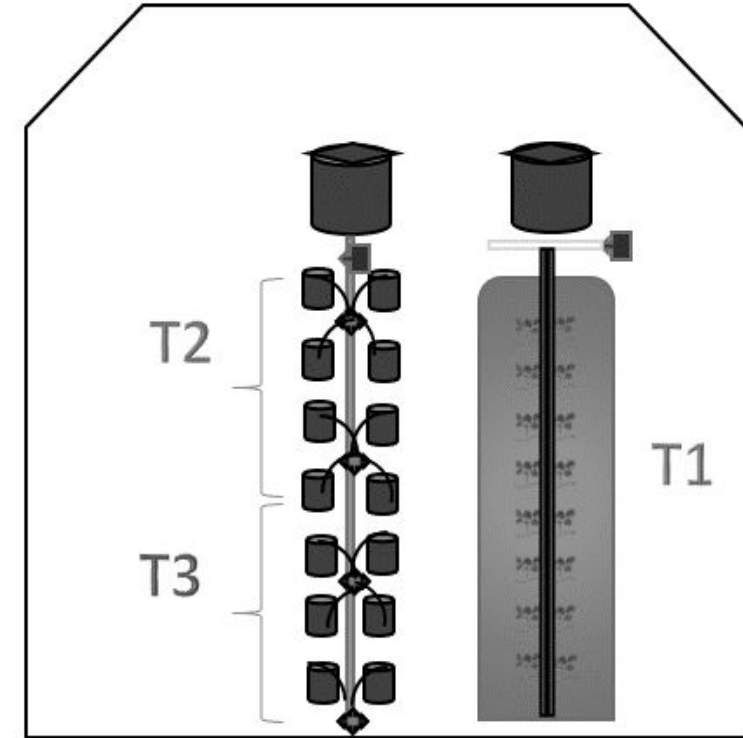


Figura 1. Tratamientos

La investigación se estableció bajo el diseño experimental completamente al azar

3 tratamientos

15 repeticiones

Se realizaron análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey para las variables de respuesta.







## Riego del tratamiento 1

Para el sistema de riego se utilizó cinta de goteo calibre 6 000, con emisores cada 20 cm y caudal de  $2.8 \text{ L h}^{-1}$ . El nivel de humedad del suelo se monitoreo con el uso de sensores de matriz granular y las lecturas se visualizaron con un medidor digital Watermark®. El riego se aplicó de acuerdo al Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Dosis de riego establecida para el cultivo de fresa en suelo.

Fase fenológica (DDT)	Dosis de agua por planta (mL)	Eventos de riego por fase
Etapa vegetativa		
0 - 50	72	50
50 - 100	145	22
Etapa reproductiva		
100-120	145	12
Etapa productiva		
120 - 150	360	19





## Riego del tratamiento 2 y 3

El riego se aplicó mediante un sistema estaca-gotero, dividiendo la dosis en varios eventos por día. Este sistema suministró 30 mL de agua por planta por minuto y tuvo un caudal de  $1.8 \text{ L h}^{-1}$ . Los eventos de riego se programaron de acuerdo a los requerimientos de agua establecidos en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Dosis de riego establecida para el sistema hidropónico en tezontle

Fase fenológica (DDT)	Dosis de agua por planta (mL)	Eventos de riego por día
0 - 20	60	2
20 - 50	180	4
60- 100	450	5





### Cuadro 3. Solución Steiner al 50% para 480 litros de solución

Fertilizante	g L <sup>-1</sup>
Nitrato de potasio, KNO <sub>3</sub>	72.72
Fosfato monopotásico, KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.64
Sulfato de potasio, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	62.64
Nitrato de calcio, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	254.88
Sulfato de magnesio, SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	118.08



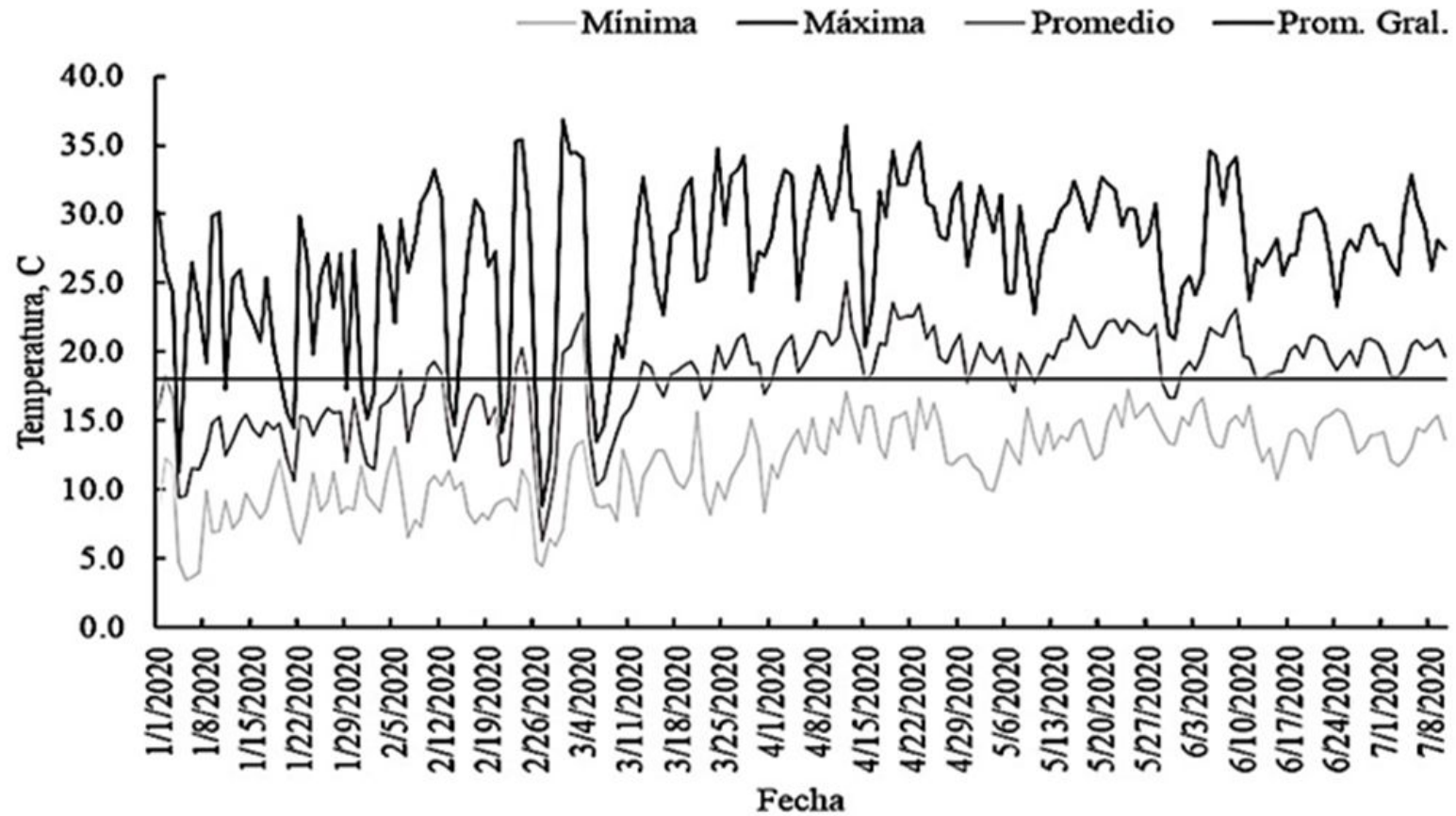


# Resultados y discusión

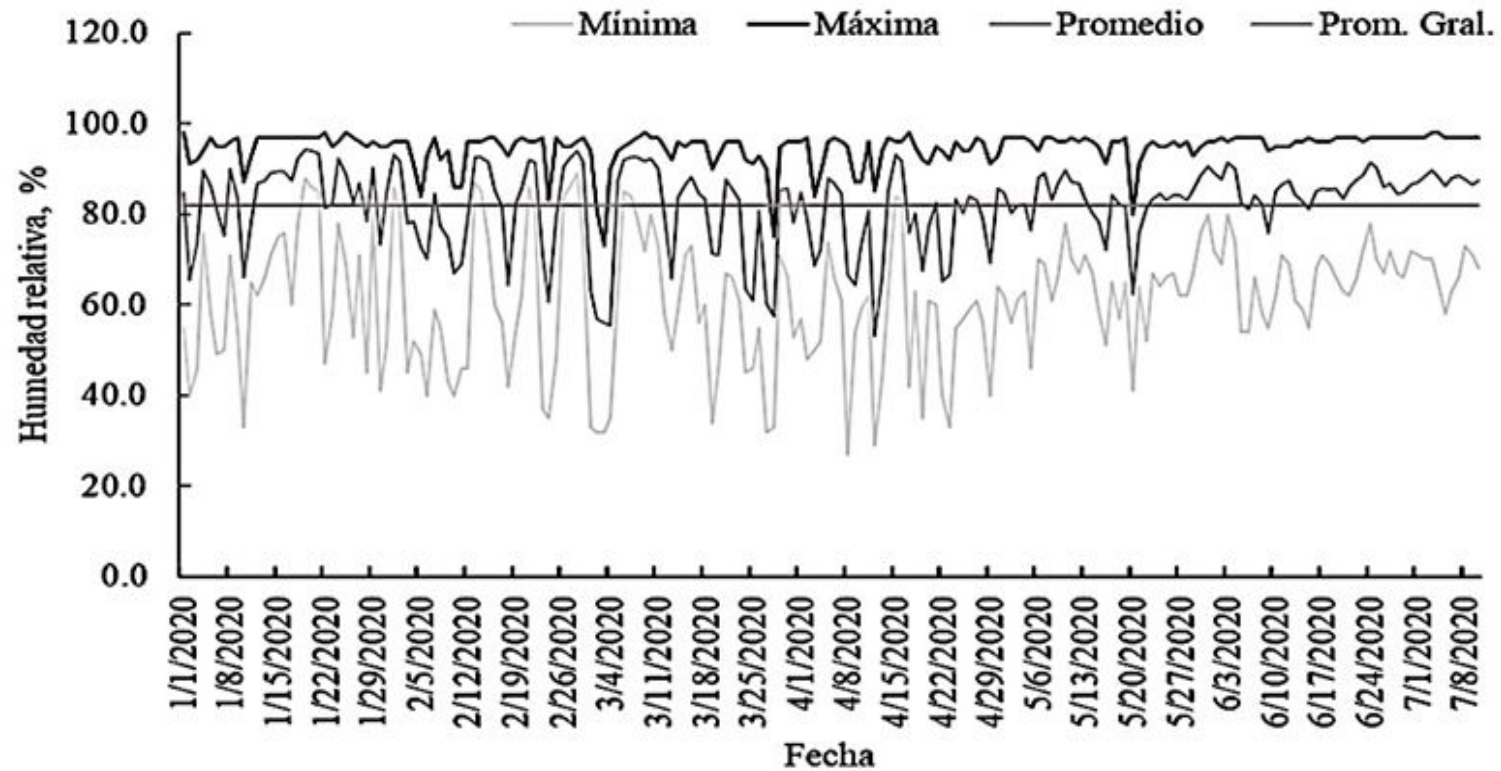
## Factores ambientales

El registro de las variables climáticas se realizó por medio de una estación meteorológica electrónica de la marca Davis®, modelo Vantage Pro 2.0.

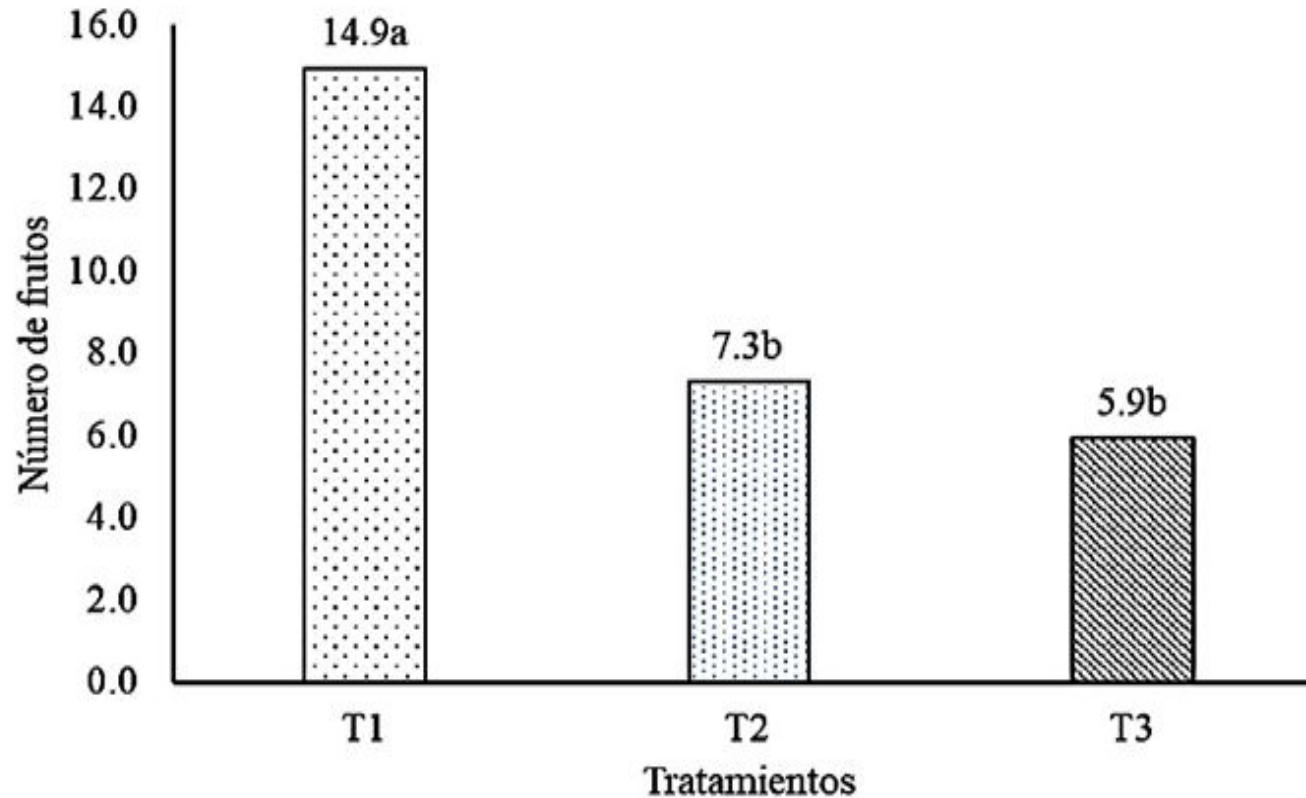




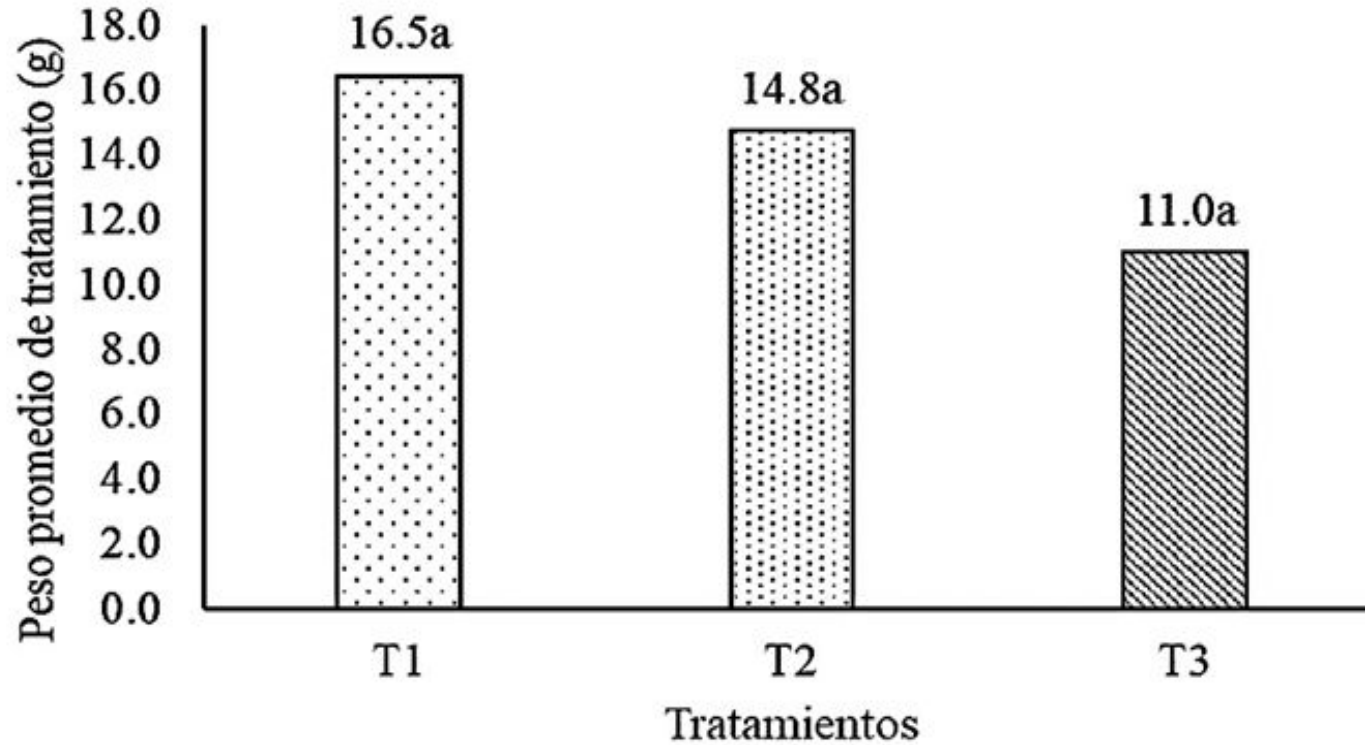
**Figura 2.** Temperaturas mínimas, máximas y promedio (°C) presentadas en el invernadero durante el ciclo del cultivo de fresa variedad Albión.



**Figura 3.** Humedad relativa mínimas, máximas y promedio (%), presentadas en el invernadero durante el ciclo del cultivo de fresa variedad Albión.

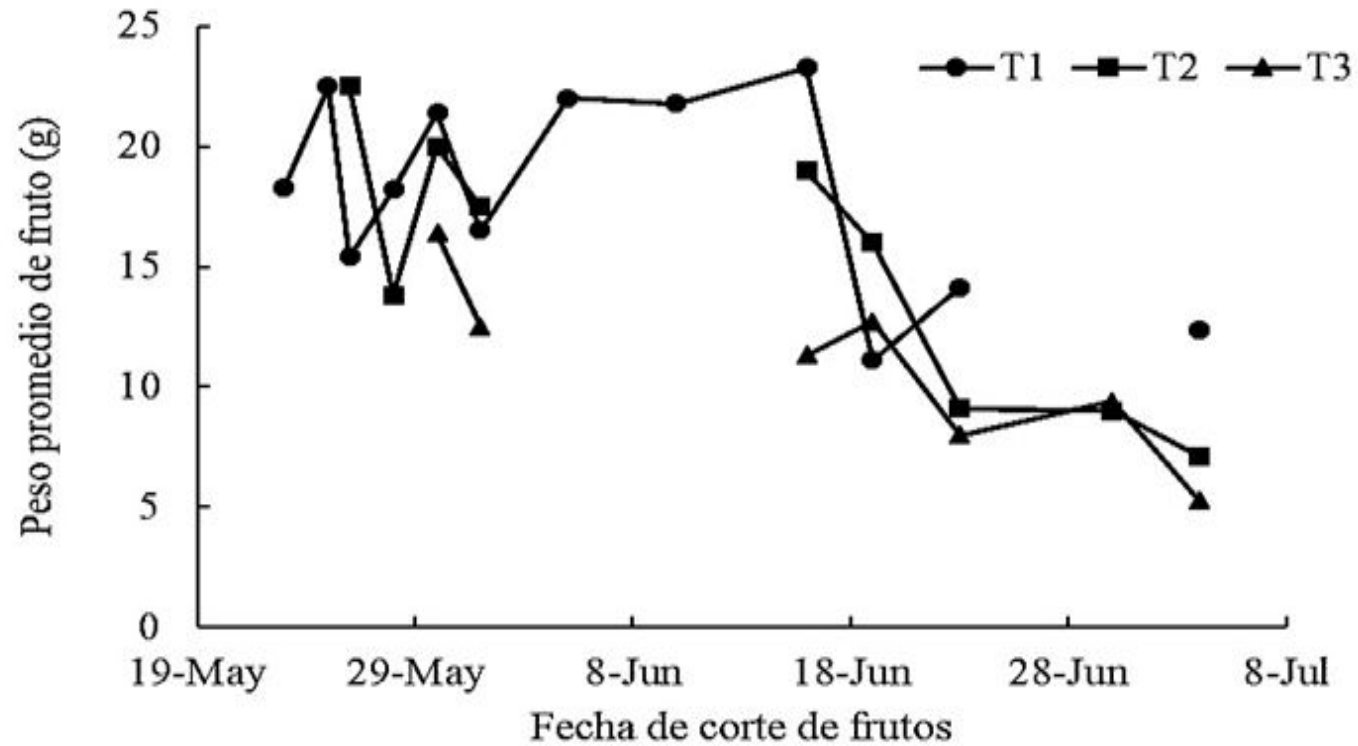


**Figura 4.** Número de frutos promedio por tratamiento. Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente ( $p \leq 0.05$ ). T1: Sistema en suelo con manejo orgánico; T2: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría menor de 3 mm; T3: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría mayor a 5 mm.

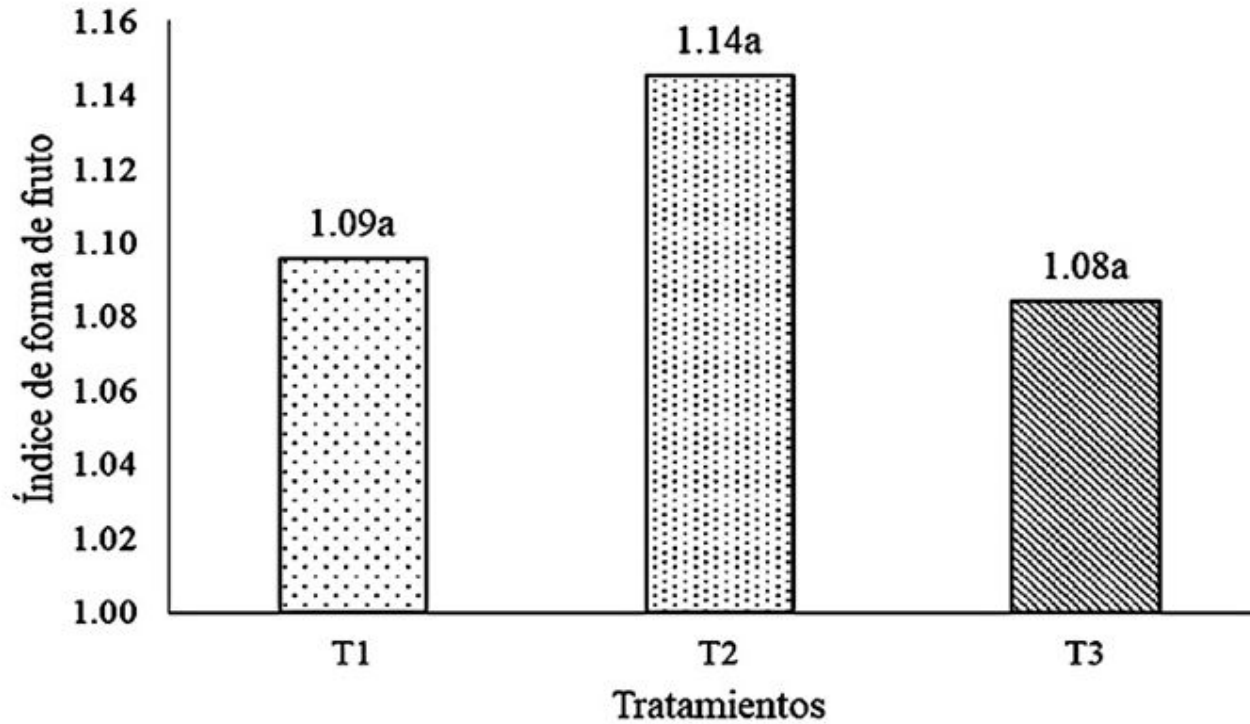


**Figura 5.** Peso promedio de frutos por tratamiento. Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente ( $p \leq 0.05$ ). T1: Sistema en suelo con manejo orgánico; T2: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría menor de 3 mm; T3: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría mayor a 5 mm.





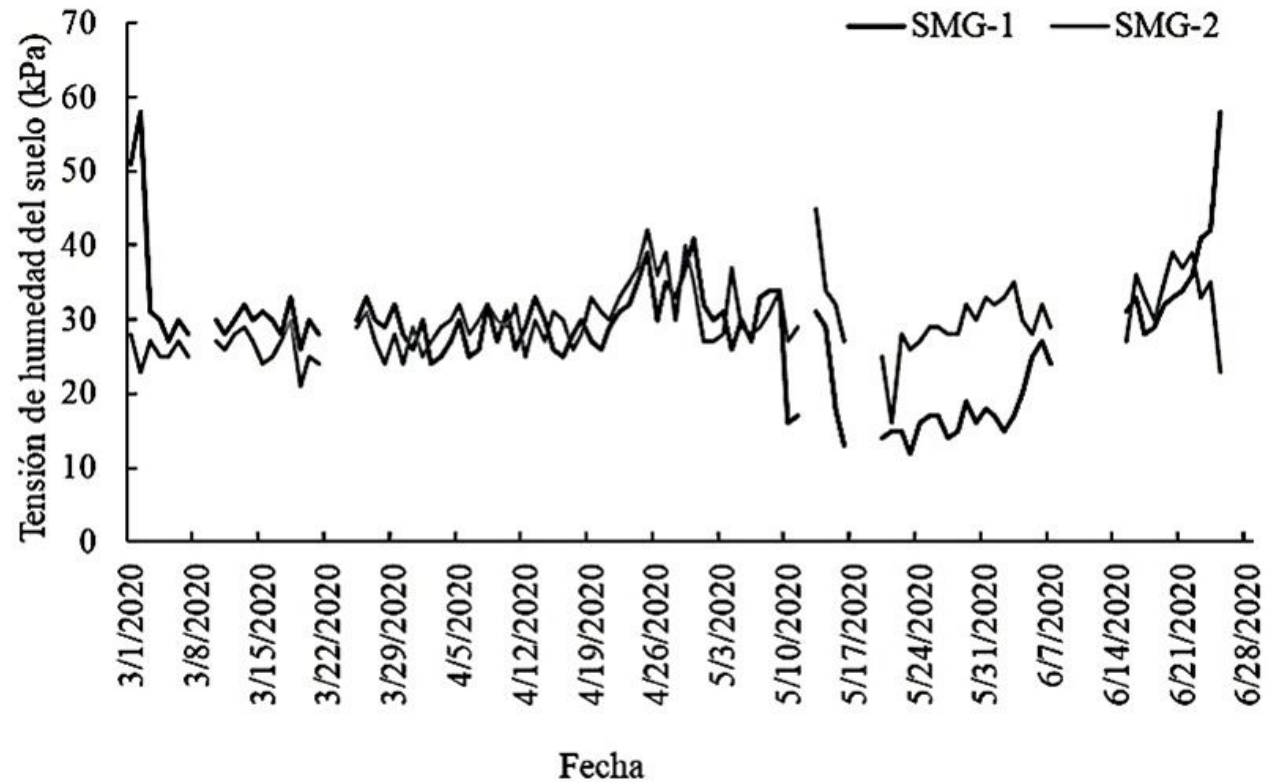
**Figura 6.** Fluctuación del peso promedio de frutos de fresa variedad Albión por tratamiento en diferentes fechas de corte. T1: Sistema en suelo con manejo orgánico; T2: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría menor de 3 mm; T3: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría mayor a 5 mm.

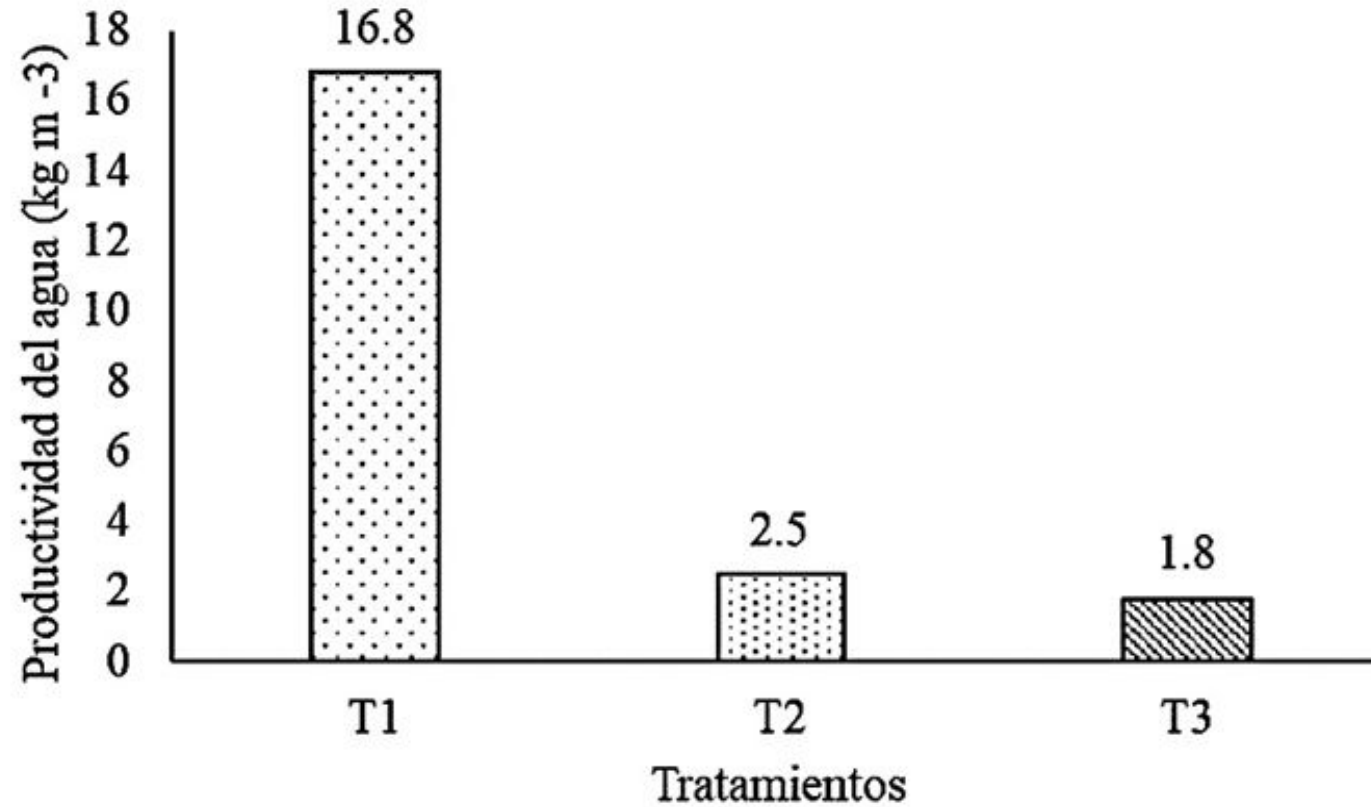


**Figura 7.** Índice de forma de los frutos de fresa variedad Albión. Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente ( $p \leq 0.05$ ). T1: Sistema en suelo con manejo orgánico; T2: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría menor de 3 mm; T3: Sistema hidropónico con tezontle y granulometría mayor a 5 mm.

## Dinámica de tensión de humedad del suelo

En la Figura 8 se muestra la dinámica de la tensión de humedad del suelo medida con los sensores de matriz granular en el sistema de producción orgánico en fresa.





**Figura 9.** Productividad del agua ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) en el cultivo de fresa variedad Albi3n. T1: Sistema en suelo con manejo org3nico; T2: Sistema hidrop3nico con tezontle y granulometr3a menor de 3 mm; T3: Sistema hidrop3nico con tezontle y granulometr3a mayor a 5 mm.





# Conclusiones

- El sistema de producción orgánico fue el tratamiento con mayor productividad del agua  $16.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- El cultivo de fresa debe tener un suministro mayor a  $6,633 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para obtener buenos rendimientos.
- Se pueden usar  $12,546 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para obtener rendimientos adecuados cuando se trata de sistemas de cultivo en suelo y  $15,444 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  en sistemas hidropónicos con sustrato.
- El sistema hidropónico con sustrato y solución Steiner al 50% no es adecuado para la producción de frutos de fresa, pero si para la producción de plantas nuevas.





# Referencias Bibliográficas

Arrellano Velázquez Salvador.2013. Rendimiento de frijol fresa y ajo en cultivo asociado con la aplicación de un biofertilizantes. Tesis. Licenciado en biología. Universidad Nacional Autónomas de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. pp 5-88.

Comisión Nacional del Agua (CNA). (2006). El Agua en México. México, D. F. 35 p.

Donovan, Z. N. (2013). Evaluación de técnicas hidropónicas en el cultivo de fresa (fragaria x ananassa) bajo invernadero. Tesis de licenciatura.





Gaona-García, A.; Alia-Tejacal, I.; López-Martínez, V.; Andrade-Rodríguez, M.; Colinas-León, M. T. y Villegas-Torres, O. 2008. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el Suroeste del estado de Morelos. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 14(1):41-47.

Gavilán, Pedro & Ruiz, Natividad & Bohórquez, Juan & Lozano, David & Miranda, Luis & Dominguez Morales, Pedro & Medina-M'inguez, Juan & Martinez-Ferri, Elsa & Muriel, Jose. (2015). Ahorro de agua en el cultivo de la fresa sin comprometer la producción. *Mejora de la eficiencia y productividad del agua de riego. Vida rural.* 16. 28-33.

Hancock, J. F. 1999. *Strawberries*. CABI Puublishing. Cambridge, U. K., 209p.

Kijne, J. W., Barker, R., & Molden, D. (Eds.) (2003). *Water productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, CABI Publication, Wallingford UK. 332p. Recuperado el 29 de octubre de 2015 de <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20033158264/>





Leech, L., Simpson D. W. and Whitehouse A. B.. 2002. Effect of temperatura and relative humidity on pollen germination in four strawberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 567:261-263

Martinez-Ferri, E., Muriel-Fernández, J.L. & Rodríguez Díaz, J.A. (2013). Soil water balance modelling using SWAP: an application for irrigation water management and climate change adaptation in citrus. *Outlook on Agriculture* 42 (2), 93-102.

Moreno Castillo Walter E. 2011. Aplicacion de fosfito artesanal en el cultivo de *Fragaria vesca* L.

Roussos, P. A. N\_K. Denaxa, and T Damvakaris. (2009). Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Sci. Horttic.* 138-146.

Verdugo G. Wilmer L. 2011. Introducion de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca* L.) y técnicas de fertirrigación empleando cuatro biofertilizantes líquidos en San Pablo Sexto-Morena Santiago. Tesis para a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción de Flores y Frutas Andinas para Exportación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. pp94, 96, 97, 100, 105,121







"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



**Sexto**  
**Congreso Nacional**  
Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora

# ¡GRACIAS!

**Soto Franco Lizdeini**  
Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

✉ [lizdeini@hotmail.com](mailto:lizdeini@hotmail.com)

