



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



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Mauricio Renovato Rodríguez; Eugenio Carrillo Ávila; José Avelardo Monsalvo Espinosa; Domingo Coh Méndez; Mónica Leticia Osnaya González; Stephan Ronicke; Russell Escalante Rodríguez



Colegio de
Postgraduados
Campus Campeche



Fecha de presentación: 05 de octubre 2023



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Sonhos
universidad personalizada





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



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Introducción

- ❖ La demanda de chile habanero en los mercados nacional e internacional va en aumento, como resultado de su uso en múltiples procesos industriales y farmacéuticos (elaboración de cableados, pinturas, oleorresinas, industria alimentaria, gases lacrimógenos; Ruiz, 2009).
- ❖ En México se cultiva principalmente en Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, con rendimientos promedio estatales que oscilan entre 5.33 y 10.93 toneladas de frutos por hectárea (Ek-Martín, 2011).
- ❖ La creciente exigencia global en cuanto a mejorar la eficiencia en el uso agrícola del agua, requiere explorar alternativas para reducir la cantidad del líquido que se utiliza con fines agrícolas.



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



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Introducción

- ❖ Recientemente Gutiérrez-Gómez et al. (2018) demostraron que se puede realizar un manejo más eficiente del agua de riego en el chile habanero, con base en tensiometría, aumentando la eficiencia del uso del agua y reduciendo la huella hídrica del cultivo.
- ❖ Con las nuevas tendencias de producción de manera sostenible y con cuidado del ambiente, se plantea también el uso de microorganismos como los hongos micorrízicos (Alarcón et al., 2000), así como el uso de fertilizantes foliares, como los elicitores proteicos (Wei, et al., 1992).
- ❖ El objetivo del trabajo consistió en evaluar la aplicación de riego con base en diferentes valores de la tensión de humedad en el suelo, el efecto de la inoculación de hongos micorrízicos nativos, y la aplicación de fertilizantes foliares sobre el rendimiento del chile habanero a cielo abierto en el centro del estado de Campeche.

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Materiales y Métodos

- ❖ El trabajo se desarrolló de octubre del 2017 a abril del año 2018, en el municipio y estado de Campeche. El clima predominante es cálido sub húmedo con lluvias en verano, con una precipitación y temperatura medias anuales de 1200 mm y 22 °C, respectivamente (AW0). Suelo luvisol férrico ródico de color rojo (kan´kab de acuerdo a la clasificación maya).
- ❖ Se estableció el híbrido Chichen Itzá, uno de los más empleados por los productores de chile habanero en Campeche.
- ❖ Se probaron los factores: 1. Riego, 2. Aplicación de fertilizantes foliares y 3. Inoculación micorrízica, en un arreglo de parcelas subdivididas alojado en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones.



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



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Materiales y Métodos

- ❖ El factor riego tuvo cuatro niveles: aplicación de riego cuando la tensión de humedad en el suelo fue de -10 kPa, -25 kPa, -40 kPa y según el manejo dado por los productores (P),
- ❖ El factor fertilizantes foliares tuvo tres niveles: aplicación de Messenger® (proteína harpin); aplicación de Metavol VR® (fertilizante orgánico) y testigo sin aplicaciones de productos.
- ❖ El factor inoculación micorrízica tuvo tres niveles: cepa cayal, cepa sihochac y testigo sin inocular.

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Materiales y Métodos

- ❖ Los riegos se aplicaron utilizando un sistema de riego por goteo, con cintillas T-tape®, ($3.5 \text{ l m}^{-1} \text{ h}^{-1}$). La tensión de humedad se midió con tensiómetros de manómetro de la marca Irrrometer®, cuya cápsula porosa se instaló a 30 cm de profundidad. Se determinó la precipitación pluvial con un pluviómetro.



Materiales y Métodos

- ❖ Se probó el elicitor Messenger® (que contiene a la proteína Harpin) y el fertilizante orgánico Metavol VR®. En total se realizaron 15 aplicaciones de ambos compuestos con una dosis total de 2.48 litros de Messenger© y 66 g de Metavol VR© por hectárea.
- ❖ La inoculación con micorrizas se realizó una semana después del trasplante, con las cepas de hongos Cayal y Sihochac, aisladas en Campeche, y cuya efectividad fue probada en limón y en chile habanero a nivel invernadero (Quséhuatl et al., 2017, comunicación personal).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

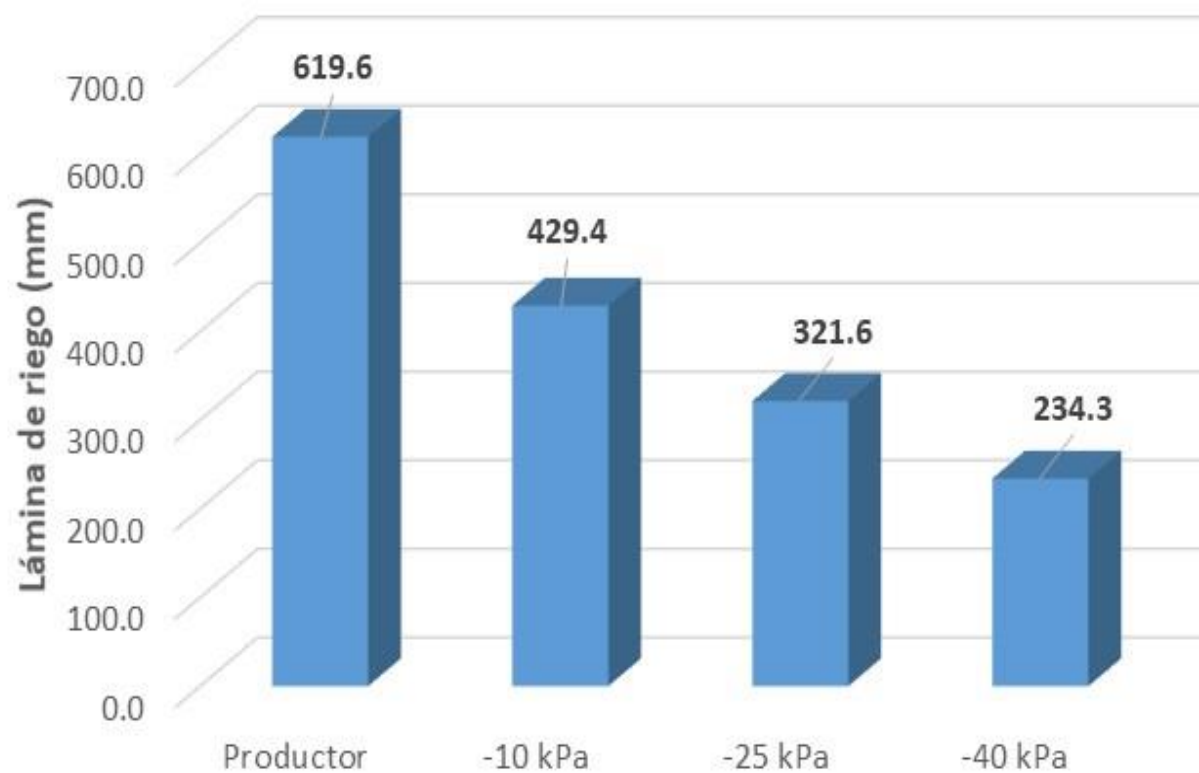
Materiales y Métodos

- ❖ Se determinaron las variables: Número (NFPP) y peso (PFPP) de frutos por planta, peso (PPF), longitud (LPF) y diámetro (DPF) de frutos, y se estimó el rendimiento (Ren) en toneladas por hectárea.
- ❖ Con los valores de la lámina de riego y la lluvia incidente se determinaron los valores de la eficiencia en el uso del agua de riego, la eficiencia en el uso total del agua por el cultivo y la huella hídrica:
 - ❖ $EUA_r = Ren / L_r$
 - ❖ $EUA_T = Ren / ((L_r + P_p))$
 - ❖ $HH = VT / Ren$

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión

❖ Horas y láminas de riego:



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión

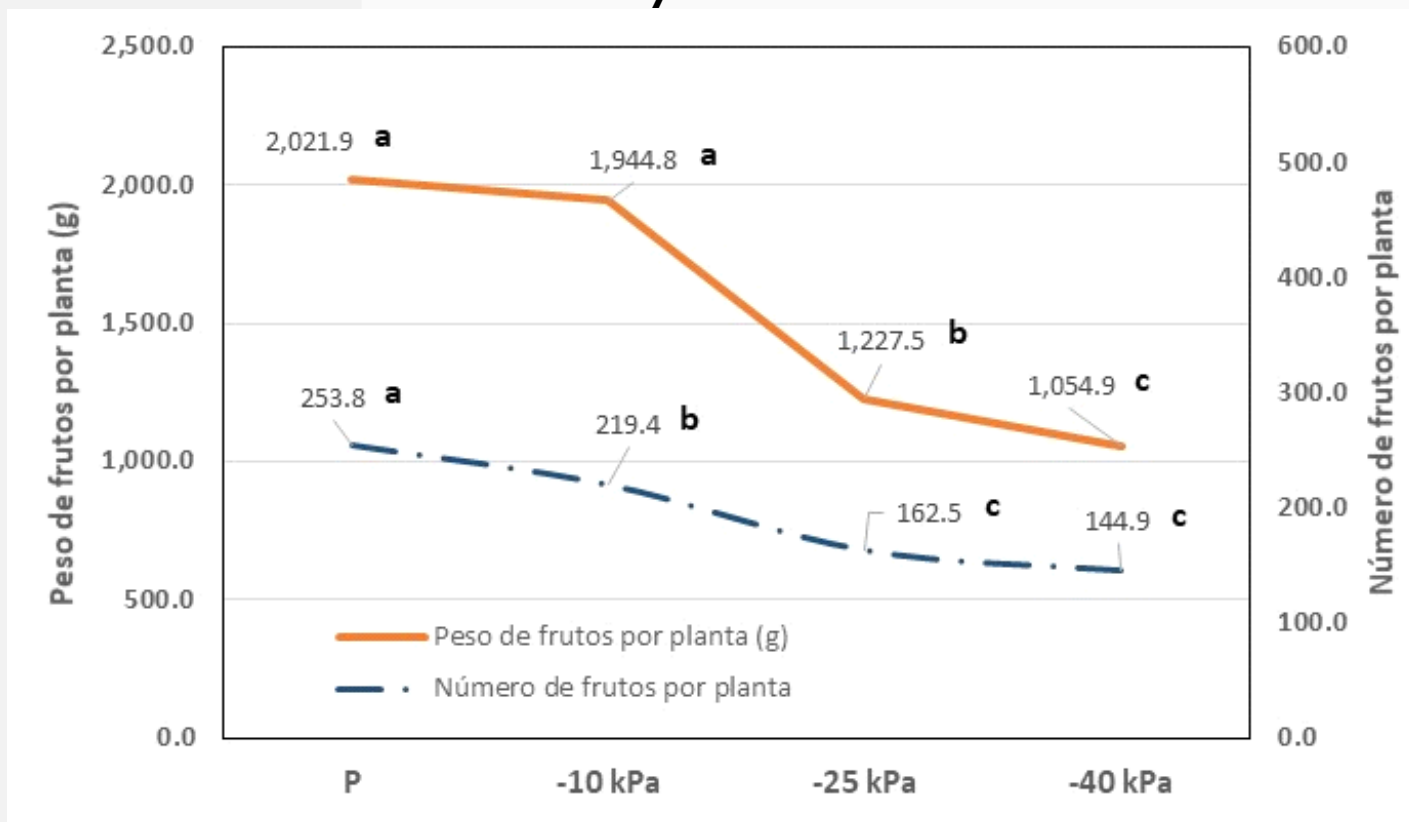
Efecto de la tensión de humedad sobre las variables de crecimiento, tamaño del fruto y rendimiento

Nivel de riego (kPa)	<i>NFPP</i>	<i>PFPP</i> (g)	<i>PPF</i> (g)	<i>LPF</i> (cm)	<i>DPF</i> (cm)	<i>Ren</i> (t ha ⁻¹)
P	253.8 a	2021.9 a	9.22 b	4.20 b	2.71 b	38.88 a
-10	219.4 b	1944.8 a	10.15 a	4.67 a	2.95 a	37.40 a
-25	162.5 c	1227.5 b	8.68 b	3.93 c	2.69 b	23.60 b
-40	144.9 c	1054.9 c	8.80 b	4.19 b	2.89 a	20.29 c
DMS	18.4	163.1	0.87	0.29	0.15	3.15

Notas: P = Manejo del riego por el productor cooperante. *NFPP* = Número de frutos por planta; *PFPP* = Peso promedio de los frutos por planta (g); *PPF* = Peso promedio de los frutos (g); *LPF* = Longitud promedio de frutos (cm); *DPF* = Diámetro promedio de frutos (cm); *Ren* = Rendimiento (t ha⁻¹); *DMS* = Diferencia mínima significativa (Tukey p=0.05). Medias con la misma literal en columna no son estadísticamente diferentes (Tukey p=0.05).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

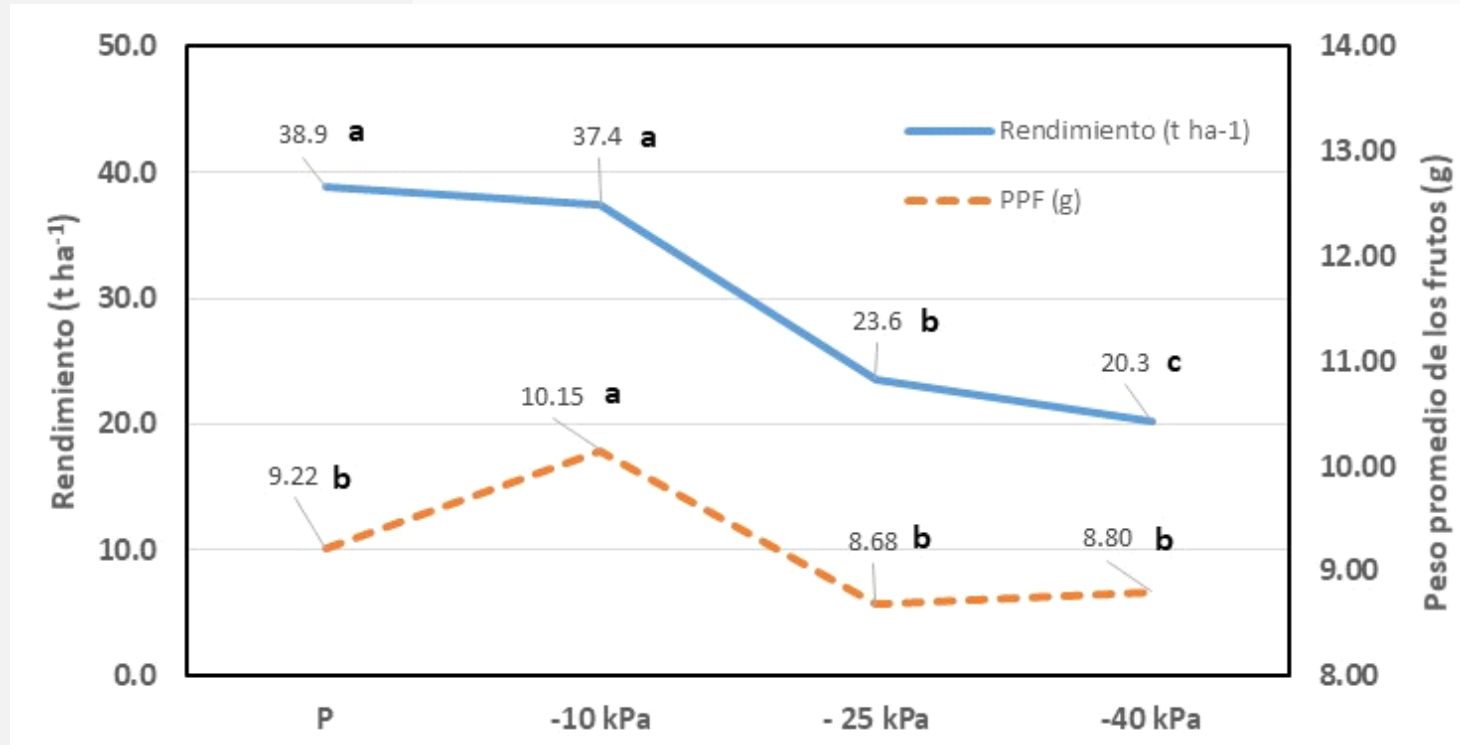
Resultados y discusión



Peso y número de frutos por planta para los diferentes niveles del factor tensión de humedad. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

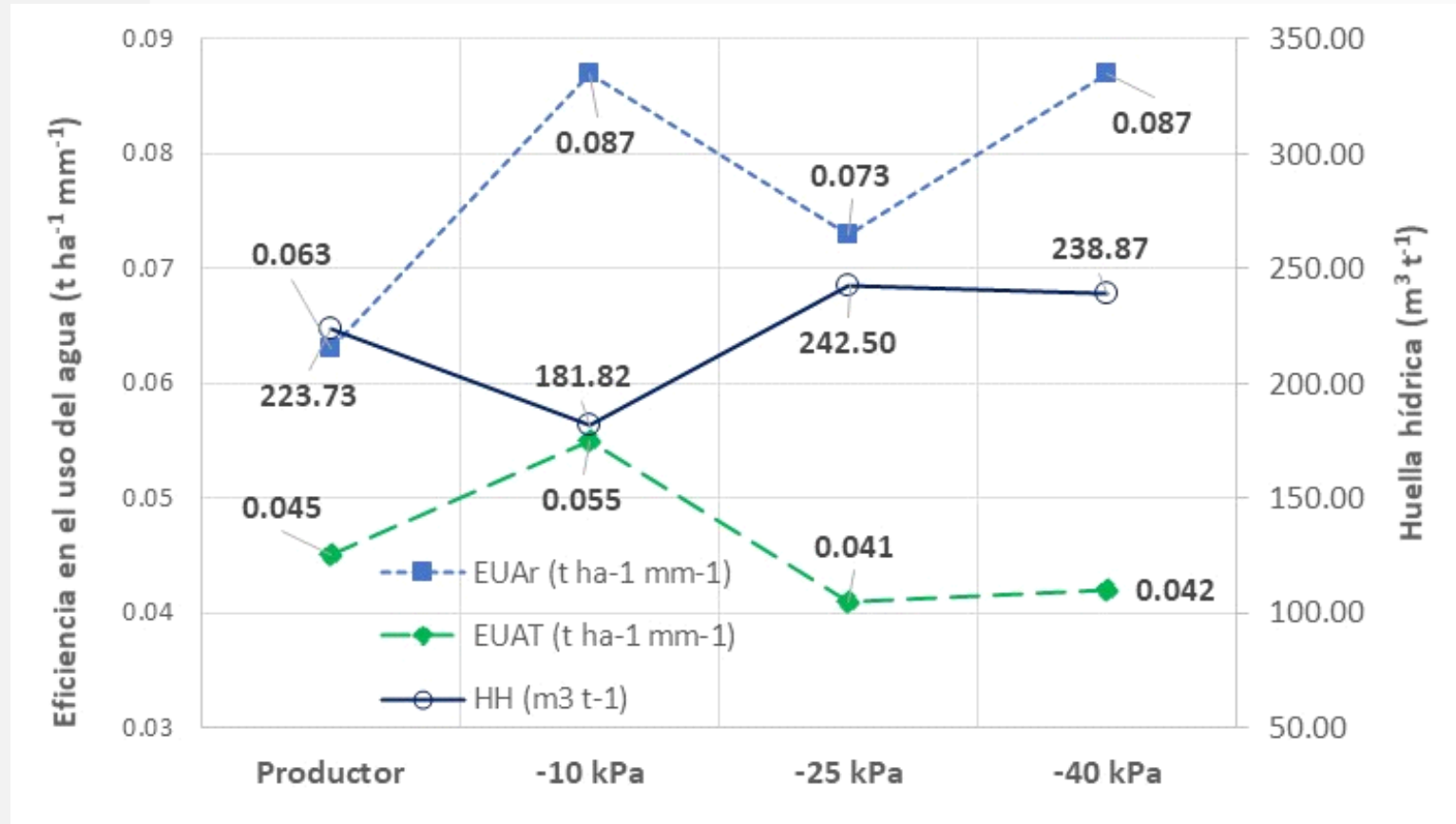
Resultados y discusión



Peso promedio de los frutos de chile habanero y rendimiento estimado para los diferentes niveles del factor tensión de humedad. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión



Eficiencia del uso del agua de riego (*EUAr*), Eficiencia en el uso total de agua (*EUAT*) y Huella hídrica (*HH*) para cada nivel evaluado del factor riego.

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión

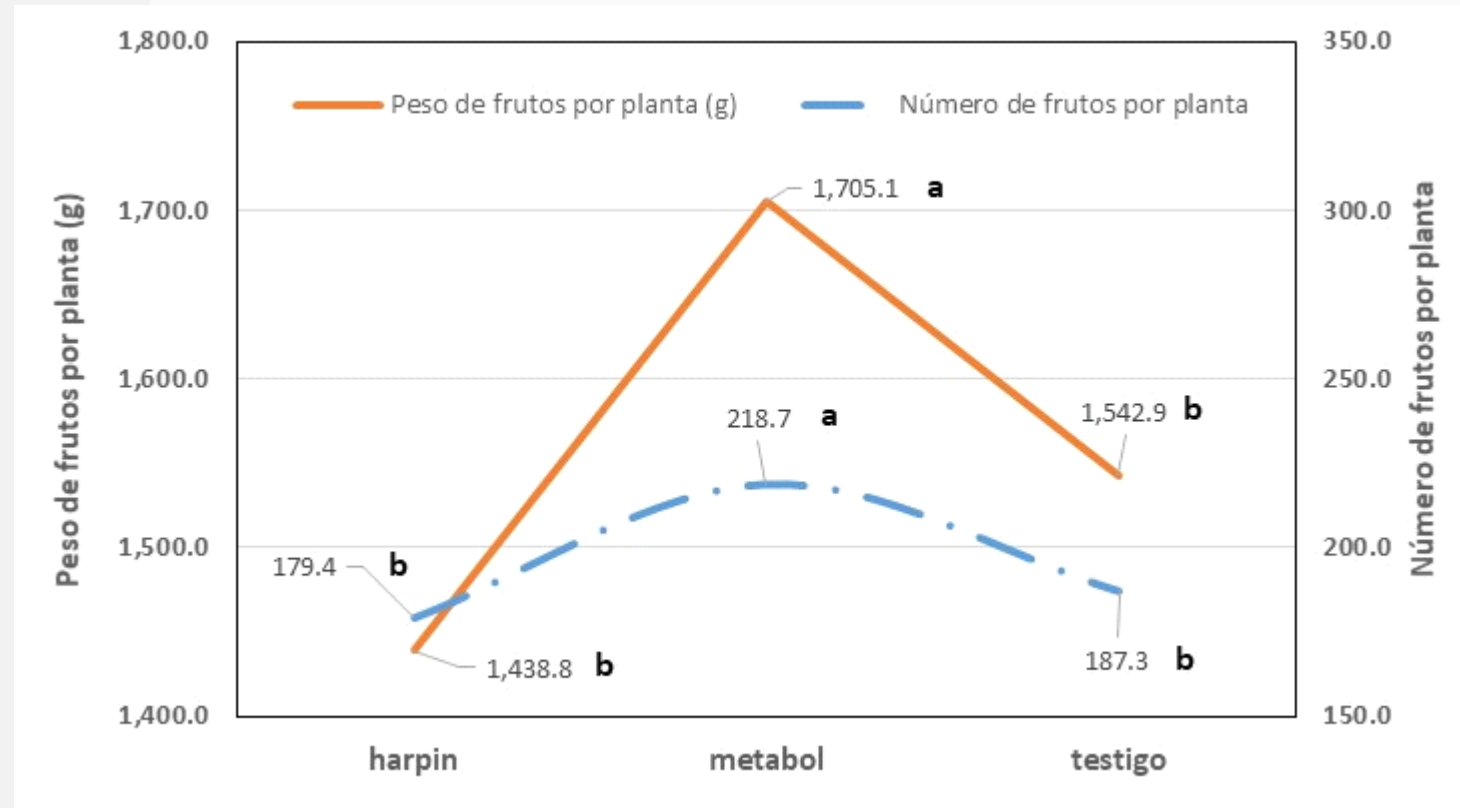
Efecto de la aplicación de fertilizantes foliares sobre las variables de crecimiento, tamaño del fruto y rendimiento.

Elicitor	<i>NFPP</i>	<i>PFPP</i> (g)	<i>PPF</i> (g)	<i>LPF</i> (cm)	<i>DPF</i> (cm)	<i>Ren</i> (t ha ⁻¹)
Messenger	179.4 b	1438.8 b	9.03 a	4.18 a	2.78 ab	27.67 b
Metavol	218.7 a	1705.1 a	9.3 a	4.27 a	2.89 a	32.79 a
Testigo	187.3 b	1542.9 b	9.32 a	4.29 a	2.75 b	29.67 b
DMS	16.6	139.5	0.56	0.19	0.14	2.68

Notas: *NFPP* = Número de frutos por planta; *PFPP* = Peso promedio de los frutos por planta (g); *PPF* = Peso promedio de los frutos (g); *LPF* = Longitud promedio de frutos (cm); *DPF* = Diámetro promedio de frutos (cm); *Ren* = Rendimiento (t ha⁻¹); DMS = Diferencia mínima significativa (Tukey p=0.05). Medias con la misma literal en columna no son estadísticamente diferentes (Tukey p=0.05).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

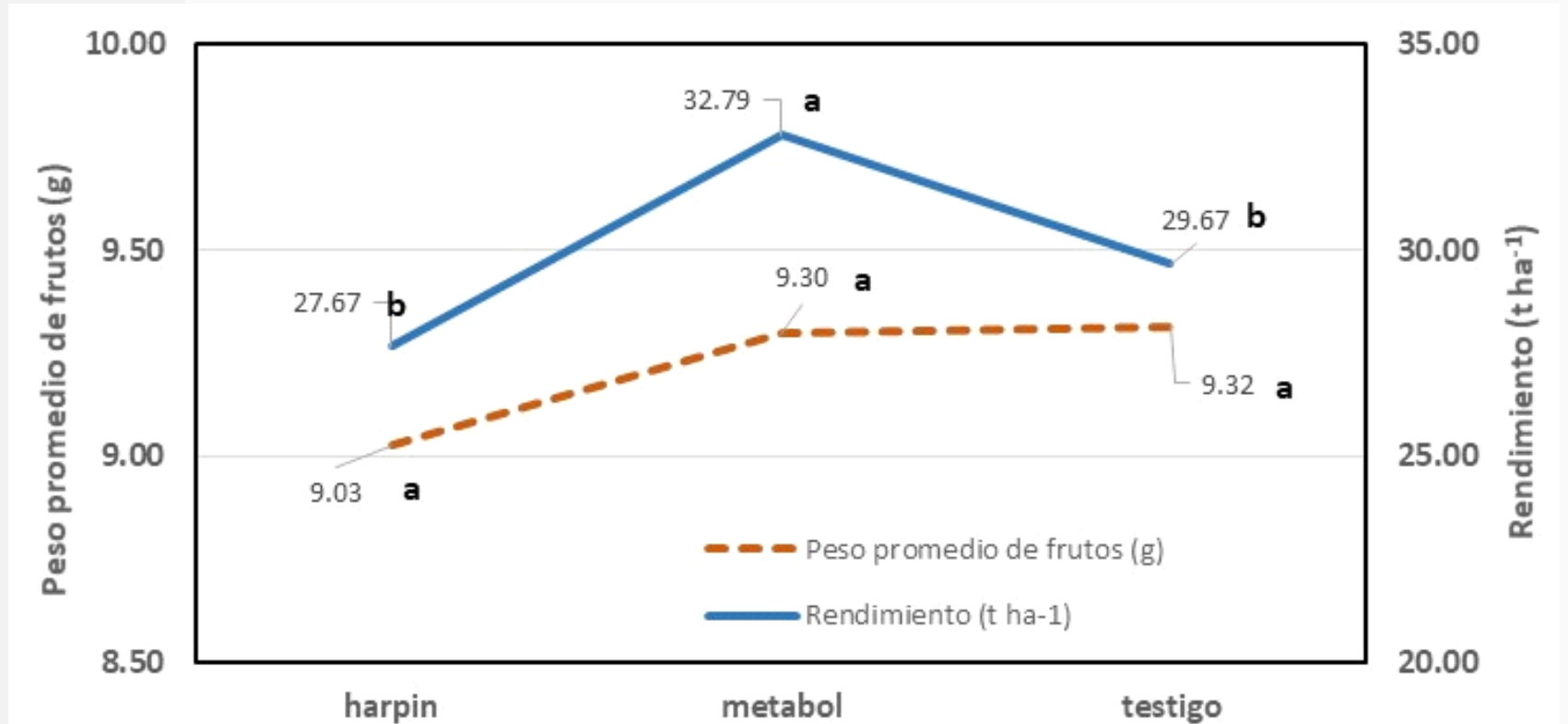
Resultados y discusión



Peso y número de frutos por planta para los diferentes niveles del factor aplicación de fertilizantes foliares. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión



Peso promedio de los frutos de chile habanero y rendimiento estimado para los diferentes niveles del factor fertilizantes foliares. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión

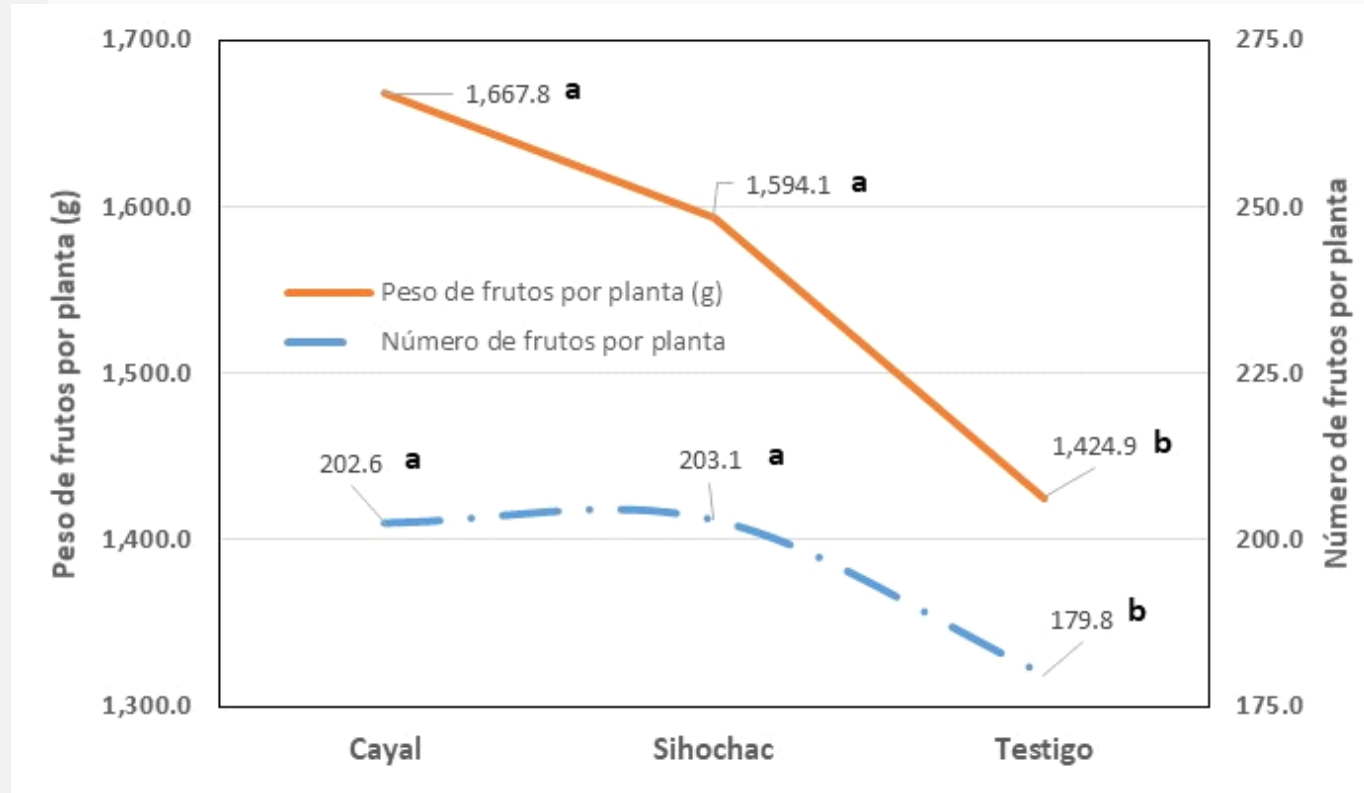
Efecto de la inoculación de hongos micorrízicos sobre las variables de crecimiento, tamaño del fruto y rendimiento

Consortio micorrízico	<i>NFPP</i>	<i>PFPP</i> (g)	<i>PPF</i> (g)	<i>LPF</i> (cm)	<i>DPF</i> (cm)	<i>Ren</i> (t ha ⁻¹)
Cayal	202.6 a	1667.8 a	9.43 a	4.46 a	2.86 a	32.07 a
Sihochac	203.1 a	1594.1 a	9.01 a	4.06 c	2.77 a	30.64 a
Testigo	179.8 b	1424.9 b	9.2 a	4.23 b	2.79 a	27.41 b
DMS	16.6	120	0.52	0.16	0.12	2.31

Notas: *NFPP* = Número de frutos por planta; *PFPP* = Peso promedio de los frutos por planta (g); *PPF* = Peso promedio de los frutos (g); *LPF* = Longitud promedio de frutos (cm); *DPF* = Diámetro promedio de frutos (cm); *Ren* = Rendimiento (t ha⁻¹); DMS = Diferencia mínima significativa (Tukey p=0.05). Medias con la misma literal en columna no son estadísticamente diferentes (Tukey p=0.05).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

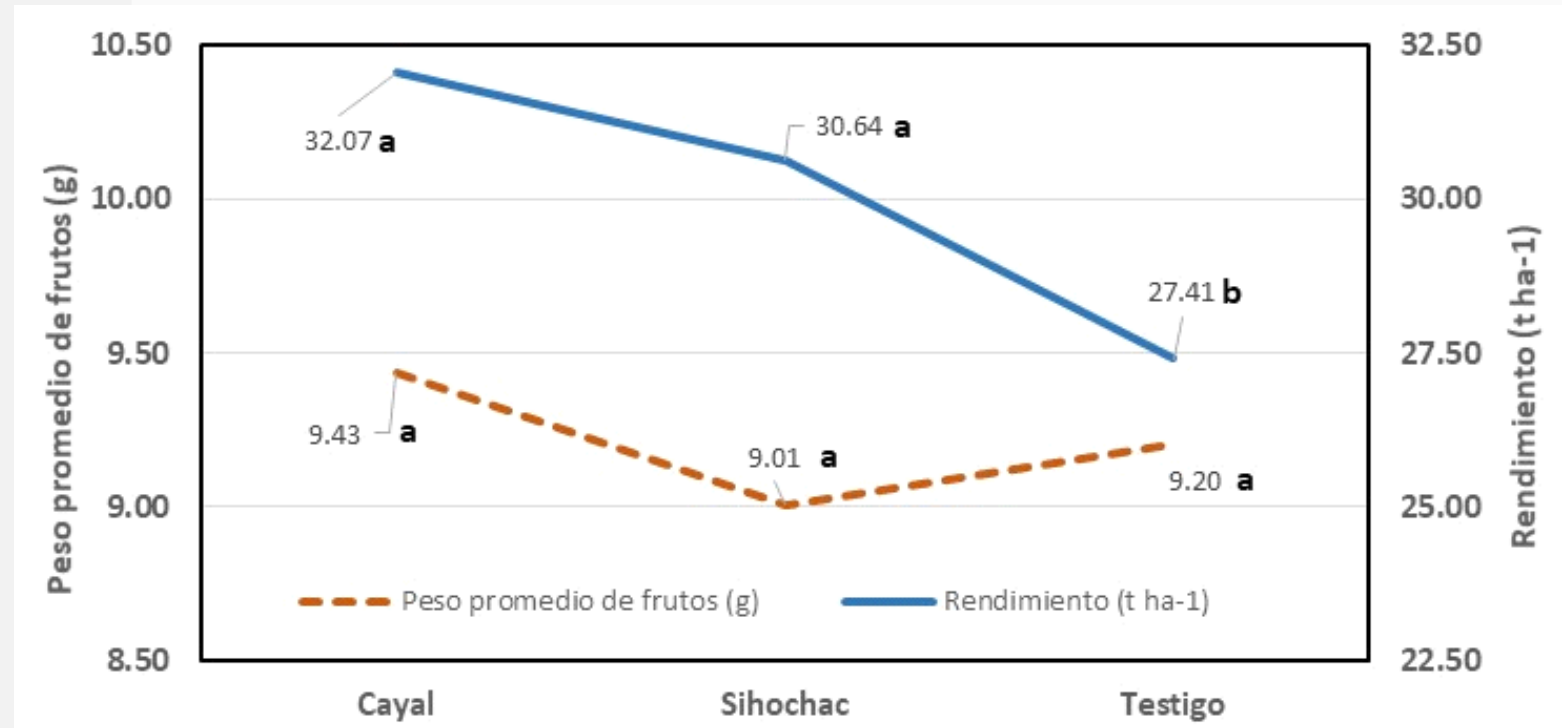
Resultados y discusión



Peso y número de frutos por planta para los diferentes niveles del factor aplicación de consorcios micorrizicos. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Resultados y discusión



Peso promedio de los frutos de chile habanero y rendimiento estimado para los diferentes niveles del efecto principal del factor aplicación de consorcios micorrízicos. Medias seguidas de la misma literal no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p=0.05$).

CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Conclusiones

- ❖ Con riego aplicado a una tensión de humedad de -10 kPa se obtuvo un rendimiento estadísticamente igual al obtenido por el productor, pero con la aplicación de una lámina de riego 30.7% menor, mayor eficiencia en el uso del agua de riego, mayor eficiencia en el uso total del agua y menor huella hídrica. Para esa misma tensión de humedad el peso, largo y diámetro de los frutos fueron significativamente mayores, superiores a los obtenidos en los otros niveles, incluyendo el manejo del riego dado por el productor.
- ❖ La aplicación de Metavol VR® condujo a la obtención de un rendimiento significativamente mayor en el cultivo, y produjo estadísticamente más frutos por planta y de mayor peso respecto del producto Messenger® y el testigo.
- ❖ La inoculación de hongos micorrízicos nativos tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre las variables número y peso de frutos por planta y rendimiento del cultivo de chile habanero.



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



CONSORCIOS MICORRIZICOS, FERTILIZANTES FOLIARES Y RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y HUELLA HÍDRICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CAMPECHE

Referencias bibliográficas

- Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R., González-Chávez, M.C., Villegas-Monter, A. (2000). Hongos micorrízicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa cv. Fern obtenidas por cultivo in vitro. *Terra Latinoamericana*, 18(3), 211-218.
- Gutiérrez-Gómez, C., Carrillo-Ávila, E., Landeros-Sánchez, C., Coh Méndez, D., Monsalvo-Espinosa, A., Arreola-Enríquez, J., Pimentel-López, J. (2018). Soil moisture tension as an alternative for improving sustainable use of irrigation water for habanero chilies (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agricultural Water Management*. 204, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.038>.
- Ek-Martín, V.D. 2011. Producción y comercialización de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en México y el mundo. Licenciatura en comercio internacional de productos agropecuarios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 56 p.
- Ruiz, B.R. 2009. Potencial productivo y limitantes para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Manlio F. Altamirano, Veracruz, México.
- Wei, Z. M., Laby, R. J., Zumoff, C. H., Bauer, D. W., He, S. Y., Collmer, A., & Beer, S. V. (1992). Harpin, elicitor of the hypersensitive response produced by the plant pathogen *Erwinia amylovora*. *Science*, 257(5066), 85-88.



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



GRACIAS!

Eugenio Carrillo Ávila
Colegio de Postgraduados Campus Campeche
ceugenio@colpos.mx

Fecha de presentación: 05 de octubre 2023

