



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación

U A A A N
RECIBIDO
19 DIC 2017

HORA: _____
SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN
Y EVALUACIÓN

Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Ingeniería	Departamento:	Riego y Drenaje
Tema estratégico (ANA/PEP):	Pepino: Suelo, agua y ambiente				
Línea de investigación:	Relaciones planta ambiente				
Título del proyecto:	Eficiencia intrínseca del uso del agua de un cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L) y su relación con diferentes niveles de humedad del suelo				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	\$ 25,000	El proyecto es:	Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/> Continuidad	
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	<input checked="" type="checkbox"/> Tecnológica	e-mail del responsable	luis.samaniego@uaaan.mx
Vinculación:	Si	No	<input checked="" type="checkbox"/> Fondos concurrentes:		
Cooperante(s):					
Entidad (es):	Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Jardín Hidráulico del Departamento de Riego y Drenaje UAAAN				
A realizar durante el(los) año(s):	2018				
Participantes			Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable	Dr. Luis Samaniego Moreno		425401001	3139	
Colaborador:	M.C. Aaron I. Melendres Alvarez		425401001	4178	
Colaborador:	Dr. Alejandro Zermeño González		425401001	1471	
Colaborador:	Dr. Javier de J. Cortes Bracho		425401001	1472	
Colaborador:	Dr. Jorge Méndez González		425103001	3771	
Colaborador:					
			Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:	Eduardo Daniel Santiago Hernández		Licenciatura	41131525	
Programa Docente:	Ing. Agr. en Irrigación				
Tesista:	José Juárez Lucas		Licenciatura	41131400	
Programa Docente:	Ing. Agr. en Irrigación				
Tesista:					
Programa Docente:					
Vo. Bo.			Autoriza		
Firma y sello					
Nombre	Dr. Sergio Z. Garza Vara Jefe de Departamento		Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación		

• Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

DEPTO.
RIEGO Y DRENAJE

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

Eficiencia intrínseca del uso del agua de un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) y su relación con diferentes niveles de humedad del suelo

\$ 25,000

2.- Introducción

El contenido de agua en el suelo determina el grado de crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos. Una óptima programación de la irrigación requiere mediciones continuas del agua en el suelo (Poltoradnev *et al.*, 2014). La distribución y proporción de los agregados del suelo afectan las características física y químicas del suelo, la porosidad y el crecimiento del sistema radicular (Lipiec *et al.*, 2007). Los cambios en la humedad de perfil superior del suelo dependen de sus propiedades hidráulicas y de las condiciones climáticas (Martínez García *et al.*, 2014).

La porosidad del suelo es un factor importante en la infiltración, conductividad hidráulica, y la retención de agua (Bruschi *et al.*, 2010). Hongshuo *et al.* (2015) describe la densidad bruta del suelo (aparente) como unas de las principales propiedades que influyen en las variaciones espaciales de la humedad del suelo. Holland y Biswas (2015) reportaron que las propiedades físicas del suelo que tienen un mayor efecto en la retención de agua del suelo en una plantación de vid, fueron el contenido de arcilla y la densidad aparente el suelo.

El intercambio de bióxido de carbono y vapor de agua entre las hojas de las plantas y la atmósfera es regulado por los estomas, la relación de estos flujos determina la EFI y la productividad de las plantas (Lawson y Blatt 2014; Melendres *et al.*, 2017).

El balance de flujos depende de la repuestas de los estomas a los cambios del ambiente y la sincronía de estos con el mesofilo para la demanda de CO₂ (Lawson y Blatt, 2014, McAdam y Brodribb, 2014, Wang *et al.*, 2014, Xu *et al.*, 2014, Li *et al.*, 2015).

Sonnenberg *et al.*, 2016. En un estudio realizado en pepino bajo diferentes regimenes de riego mencionan que la tasa de fotosíntesis, la concentración de CO₂ intracelular, conductancia estomática y la tasa de transpiración de las plantas de pepino mejoraron por el incremento de las cantidades de agua comparado con el control. Asi mismo Rahill y Qanadillo, (2015). Encontraron en el cultivo de pepino estudiado bajo cuatro regimenes hídricos que el tratamiento del 70% de evapotranspiración tuvo mayor eficiencia del uso del agua y calidad del fruto.

El cultivo del pepino tiene un elevado índice de consumo como alimento en fresco e industrializado. Esta hortaliza es estable en cuanto a superficie cultivada, el principal productor a nivel mundial es China con una superficie sembrada de más de 1 millón de ha y una producción promedio de 37 61 ton/ha FAOSTAT, 2017. En México en el 2017 la superficie sembrada fue de 12,371 ha siendo los principales estados productores Sinaloa y Sonora SIAP, (2017).

La demanda de pepino en los Estados Unidos de Norteamérica ha tenido un crecimiento sin precedentes en los últimos años. La importación creció de 441,900 toneladas en 2006 a 594,102 toneladas en 2011 (FAOSTAT, 2017).

Objetivos

- Evaluar el efecto del contenido de humedad del suelo en la eficiencia intrínseca del uso del agua de un cultivo de pepino a través de su ciclo de producción, y su relación con el rendimiento y calidad del fruto.

Hipótesis

El contenido de humedad en el suelo en un cultivo de pepino determina la eficiencia del uso del agua, el rendimiento y calidad de frutos.

La eficiencia intrínseca del uso del agua (EFi) (relación de moles de CO₂ por mol de vapor de H₂O transpirado (Ago *et al.*, 2014; Lawson and Blatt, 2014) es usada como un indicador de la capacidad de las plantas para adaptarse al déficit hídrico en regiones semiáridas (Song *et al.*, 2015). Sun *et al.* (2013) mencionan que la eficiencia intrínseca del uso del agua se puede incrementar con el cierre parcial de los estomas.

El LI-COR 6800 es un equipo para medir las tasas de transpiración y fotosíntesis. El instrumento mide la absorción de dióxido de carbono (CO₂) y la liberación de vapor de agua (H₂O) por la hoja con analizadores de gases infrarrojos de alta precisión. Utilizando un enfoque de balance de masas basado en entrada y salida de CO₂ y H₂O de la cámara de la hoja, la LI-6800 calcula la asimilación neta de CO₂ (A) y transpiración (E), incluyendo la temperatura de las hojas, permiten que el instrumento calcule otros parámetros fisiológicos importantes, como la conductancia estomática (gsw) y la concentración intercelular de CO₂ (Ci).

En segundo lugar, el LI-6800 cuantifica el rendimiento de fluorescencia (ΦF), o reemisión de fotones por clorofila asociada al fotosistema II mediante un detector que solamente es sensible a la fluorescencia generada por una modulación de la fuente de luz de baja intensidad. El rendimiento de fluorescencia proporciona información sobre las reacciones de luz de la fotosíntesis, incluyendo el rendimiento cuántico del fotosistema II (ΦPSII), tasa de transporte de electrones (ETR) y muchos otros procesos, tales como amortiguamiento no fotoquímico (NPQ). Así, el LI-6800 proporciona información completa y en tiempo real sobre las reacciones de luz y las reacciones de carbono de la fotosíntesis.

El LI-6800 es un sistema abierto de intercambio de gases, lo que significa que las mediciones de fotosíntesis y transpiración se basan en las diferencias de CO₂ y H₂O en una corriente de aire que ingresa y sale de la cámara de hojas (LICOR, 2016). Para determinar la EFi es necesario determinar la tasa de CO₂ y transpiración descritas en las siguientes relaciones.

$$\text{CO}_2 \text{ Assimilation} = \frac{\text{Flow} \times (\text{Sample CO}_2 - \text{Reference CO}_2)}{\text{Leaf Area}} \quad (1)$$

$$\text{H}_2\text{O Transpiration} = \frac{\text{Flow} \times (\text{Sample H}_2\text{O} - \text{Reference H}_2\text{O})}{\text{Leaf Area}} \quad (2)$$

$$\text{EFi} = \frac{\text{CO}_2 \text{ Assimilation}}{\text{H}_2\text{O Transpiration}} \quad (3)$$

Estudios previos han reportado mediciones de la EFi en diversos ecosistemas vegetales. Por ejemplo, Li *et al.* (2015) para un viñedo (cv merlot Noir) en una región árida reportaron una EFi promedio de 4 mg CO₂ g⁻¹ H₂O, mencionando que la EFi fue afectada por la conductancia del dosel y la humedad del suelo. Para una huerta de manzano (Malus Domestica) (cv Pacific Rose), Liu *et al.* (2012) evaluaron la relación entre la EFi bajo diferentes condiciones de riego y de déficit hídrico, observando que bajo riego la EFi fue 1.71 μmol CO₂ mmol H₂O. También se han realizado mediciones de la EFi en sabanas, bosques de clima templado, subtropical, y de coníferas (Mahrt y Vickers, 2002, Scanlon *et al.*, 2007).

4.- Procedimiento Experimental

La investigación se conducirá en parcelas del jardín hidráulico del departamento de riego y drenaje de la UAAAN, Saltillo. Coahuila las coordenadas geográficas del sitio de estudio son: latitud 25°21'15.72"N, longitud 101° 2'8.99"O y una elevación de 1765 msnm.

El clima de la zona es templado, con verano caliente e invierno frío, con temperatura media anual es de 19.8°C, precipitación anual media de 417 milímetros con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y escasas el resto del año.

El estudio se realizará en una superficie aproximadamente de 0.25 ha, con pepino híbrido "Turbo". La distribución del cultivo será en camas con acolchado plástico de 0.6 m de ancho por 8 m de largo. La separación entre plantas será de 30 cm.

Instrumentación y mediciones

Para determinar la humedad del suelo se utilizará un sensor TDR portátil modelo HS2P (Campbell Scientific, Logan, Utah, USA), las mediciones se realizarán diariamente a través del ciclo del cultivo.

La tasa de transpiración y fotosíntesis se determinarán con medidor portátil LICOR-6800 con mediciones cada 5 días, con esta misma frecuencia se medirá la espectrofotometría de las hojas de pepino con un espectro radiómetro (PS-100, Apogee Inst., Logan, Utah, USA) y el contenido relativo de clorofila con un medidor portátil (Spad 502 Plus, Minolta). La temperatura foliar con radiómetro infrarrojo (MI-230 Apogee Inst., Logan, Utah, USA). Así mismo se medirán las variables fenológicas del cultivo (Diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, número de flores, número de frutos, materia seca y producción) a través del ciclo del mismo.

Diseño experimental

Para evaluar las diferencias de los diferentes déficits de humedad del suelo, se establecerá un diseño de bloques completamente azar con cuatro tratamientos de diferentes porcentajes de porosidad del suelo, y cinco repeticiones, la parcela de estudio estará compuesta por 26 plantas. Se utilizará la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

Cronograma de Actividades para el 2018

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Calibración de equipo LICOR-6800		X										
Preparación del terreno (camas de siembra)		X										
Toma de muestras de suelo y agua		X										
Acolchado de las camas		X										
Instalación de Sistema de Riego		X										
Determinaciones de humedad del suelo		X	X	X	X							
Siembra directa del cultivo			X									
Fertilización			X	X	X							
Mediciones de transpiración y fotosíntesis			X	X	X							
Mediciones de variables fenológicas			X	X	X							
Análisis de resultados			X	X	X	X						
Elaboración de documento de tesis			X	X	X	X						
Elaboración de artículo			X	X	X	X						

Cronograma de distribución de presupuesto para el 2018.

Actividad por realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Calibración de equipo LICOR-6800		10%										
Instalación de Sistema de Riego		20%										
Toma y análisis de muestras de suelo y agua		10%										
Compra de semillas			10%									
Compra de fertilizantes			20%									
Mediciones de transpiración y fotosíntesis			30%									

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2018
---------------	------	----------------------------	------

5 -Productos Esperados

- Dos tesis de licenciatura
- Publicación de un artículo en revista internacional

- Ago, E. E., Agbossou, E. K., Galle, S., Cohard, J. M., Heinesch, B. and Aubinet, M. 2014. Long term observations of carbon dioxide exchange over cultivated savanna under a Sudanian climate in Benin (West Africa). *Agric. For. Meteorol.* 197: 13–25.
- Bruschi Gonçalves, R. A., Gloaguen, T. V., Folegatti, M. V., Libardi, P. L., Lucas, Y. and Montes, C. R. 2010. Pore size distribution in soils irrigated with sodic water and wastewater. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 34(3): 701–707.
- FAOSTAT (2017). Food and Agriculture Organization, Anuario estadístico. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2017. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/>
- Holland, J. E. and Biswas, A. 2015. Predicting the mobile water content of vineyard soils in New South Wales, Australia. *Agric. Water Manag.* 148: 34–42.
- Hongshuo W., Rogers, J. C. and Munroe, D. K. 2015. Commonly used drought indices as indicators of soil moisture in China. *J. Hydrometeorol.* 16: 1397–1408.
- Lawson, T. and Blatt, M. R. 2014. Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. *Plant Physiol.* 164(4): 1556–1570.
- Li, S., Kang, S., Zhang, L., Du, T., Tong, L., Ding, R. and Xiao, H. 2015. Ecosystem water use efficiency for a sparse vineyard in arid northwest China. *Agric. Water Manag.* 148: 24–33.
- Li-cor. 2016. Using the LI-6800, Portable Photosynthesis System. Manual. LI-COR Inc.
- Lipiec, J., Walczak, R., Witkowska-Walczak, B., Nosalewicz, A., Słowińska-Jurkiewicz, A. and Stawiński, C. 2007. The effect of aggregate size on water retention and pore structure of two silt loam soils of different genesis. *Soil Tillage Res.* 97(2): 239–246.
- Liu, B., Cheng, L., Ma, F., Zou, Y. and Liang, D. 2012. Growth, biomass allocation, and water use efficiency of 31 apple cultivars grown under two water regimes. *Agrofor. Syst.* 84(2): 117–129.
- Mahrt, L. and Vickers, D. 2002. Relationship of area-averaged carbon dioxide and water vapour fluxes to atmospheric variables. *Agric. For. Meteorol.* 112: 195–202.
- Martínez García, G., Pachepsky, Y. and Vereecken, H. 2014. Effect of soil hydraulic properties on the relationship between the spatial mean and variability of soil moisture. *J. Hydrol.* 516: 154–160.
- McAdam, S. M. and Brodribb, T. J. 2014. Separating active and passive influences on stomatal control of transpiration. *Plant Physiology.* 164(4): 1578–86.
- Melendres Alvarez, A. I., Zermeño G. A., Ramirez R. H., Cardenas P. J. O. and Cadena Z. M. 2017. Eficiencia del Uso del Agua de un Viñedo y su relación con la porosidad del suelo. *Tecnología y Ciencia del Agua.* 8(5): 57-69.
- Poltoradnev, M., Ingwersen, J. and Streck, T. 2014. Calibration and Application of Aquaflex TDT Soil Water Probes to Measure the Soil Water Dynamics of Agricultural Topsoil in Southwest Germany. *Irrig. Drain Eng.* 141(6): 401–407.
- Rahil, M. H. and Qanadillo, A. 2015. Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop. *Agricultural Water Management* 148: 10-15.
- Scanlon, M. T. and Albertson, J. D. 2004. Canopy scale measurements of CO₂ and water vapor exchange along a precipitation gradient in southern Africa. *Glob. Chang. Biol.* 10: 329-341.
- SIAP (2017). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2017.

- Song, L., Zhu, J., Yan, Q., Li, M., and Yu, G. 2015. Comparison of intrinsic water use efficiency between different aged *Pinus sylvestris* var. *mongolica* wide windbreaks in semiarid sandy land of northern China. *Agrofor. Syst.* 89(3): 477–489.
- Sonnenberg, D.; Ndakidemi, P.A., Okem, A., Laubscher, C. 2016. Effects of Drip Irrigation on Growth, Physiological Parameters, and Yield in Hydroponically Cultivated *Cucumis sativus*. *Hortscience.* 51 (11): 1412-1416.
- Sun, X. P., Yan, H. L., Kang, X. Y. and Ma, F. W. 2013. Growth, gas exchange, and water-use efficiency response of two young apple cultivars to drought stress in two scion-one rootstock grafting system. *Photosynthetica.* 51(3): 404–410.
- Wang, Y., Hills, A. and Blatt, M. R. 2014. Systems Analysis of Guard Cell Membrane Transport for Enhanced Stomatal Dynamics and Water, *Plant Phytologist* 164: 1593–1599.
- Xu, Y., Li, W., Shao, X., Xu, Z. and Nugroho, P. 2014. Long-term trends in intrinsic water-use efficiency and growth of subtropical *Pinus tabulaeformis* Carr. and *Pinus taiwanensis* Hayata in central China. *Journal of Soils and Sediments.* 917–927.