

Sistemas de Riego por goteo con Aguas Tratadas en cultivos de Limón Persa (*Citrus Latifolia Tanaka*): riesgos por microplásticos

Humberto Raymundo Gonzalez Moreno ¹, Brenda Lizeth Monzón reyes ², y Graciela Elizabeth Nani González ^{3,*}

¹ Division of Civil Engineering, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla C.P. 93821, Veracruz, México;

² Division of Postgraduate Studies and Research, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla C.P. 93821, Veracruz, México

³ Department of Engineering in Business Management, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla, Veracruz C.P. 93821, México

* Autor de correspondencia: hrgonzalez@misantla.tecnm.mx; Tel.: (+52) 232-134-7131

Diseño de Procesos Sustentables. Ponencia Presencial

Recibido: 15 de junio de 2023

Aceptado: 5 de septiembre de 2023

Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: sistema de riego; agua tratada; producción.

Introducción. Misantla es un municipio mexicano que se encuentra en el estado de Veracruz. Es uno de los 212 municipios de la entidad y tiene su ubicación en la región montañosa de la zona centro del estado. Sus coordenadas son 19°55'51.86"N 96°51'6.09"O y está situado a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar (INEGI 2022). A causa del cambio climático, en algunos lugares de la región, la escasez de agua es cada vez mayor, consecuencia de ello nos limita la capacidad de producción local de alimentos (Singh, 2014). Se ha planteado un sistema de riego inteligente y sustentable, que garantizará el suministro de agua en el cultivo en las diferentes estaciones climatológicas (Thomson, 1987). En dicho proyecto se realizó el levantamiento topográfico a fin de determinar las características del terreno, para posteriormente realizar el diseño del sistema de riego por el método de FAO. El diseño de riego se realizó tomando como sujeto a irrigar el cultivo de Limón Persa (*Citrus latifolia*), una vez realizado el diseño se implementó la instalación del riego (contemplando mangueras, goteros, y válvulas), de esta forma se analizaron los cultivos mes con mes por medio de un desarrollo geométrico (Vanegas, 2002). Al usar el sistema de riego con afluyente natural y agua tratada directamente de un humedal construido, reducirá la pérdida de agua en riegos manuales, el proyecto y el uso de agua tratada en humedales beneficiará la producción no solo de Limón Persa, sino de todo cultivo al contar con el sistema (Bos., 2005).

Materiales y Métodos. *Levantamiento topográfico:* se reconoció el terreno a estudiar. Posteriormente se realizó un croquis a mano alzada ubicando previamente los puntos y detalles como referencia. Para la observación de las bases se utilizó una estación total Topcon Cygnus P de 2", resolución de ángulo 1. Rango EDM 2000 metros con un prisma único. *Evaluación del desarrollo biométrico del cultivo de limón persa:* se estudiaron 7 parámetros de medición para cada cultivo de limón persa y cada uno de los tratamientos que se colocaron, la medición se estudió durante 7 meses a cada 30 días considerando las características que fuéramos obteniendo. *Muestreo y análisis fisicoquímicos del suelo:* se realizó una muestra de suelo antes y después de la colocación del riego de 20x20 acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-021 y fue enviada a Laboratorio de CEDEFRUT, Veracruz con el fin de analizar su composición física y química.

Tabla 1. Necesidades de agua semanales

Estación	Lu	Ma	Mi	Ju	V	Sá	Plantas	Total (L)
Primavera	1.93		1.93		1.93		4	23.16
Verano	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	4	46.32
Otoño	1.93		1.93		1.93		4	23.16
Invierno	1.93			1.93			4	15.44

En la Tabla 1 se muestran las cantidades en litros de agua necesarias de agua residual tratada por semana con lo que se efectuó el riego según el método de la FAO.

Resultados. Para obtener los parámetros del desarrollo biométrico (reconocimiento biométrico: parámetros para evaluar su fiabilidad), que se fueron analizando mensualmente, se logró obtener un promedio de cada uno de ellos los cuales fueron la altura, número de ramas, número de hojas, diámetro de copa y circunferencia de tallo, y se resumieron por medio de promedio cada uno de estos parámetros.

Tabla 2. Promedio del desarrollo biométrico analizados mensualmente en cultivos de Limón Persa (*Tanaka Latifolia*)

Parámetro	Tratamiento	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Altura de la planta (cm)	Sin riego	64,00	70,75	73,70	71,00	73,00
	Agua residual tratada	82,00	82,00	82,70	78,00	83,75
	Agua cause	70,70	64,00	65,00	70,80	66,00
Numero de ramas	Si riego	6,00	8,00	8,00	5,00	7,00
	Agua residual tratada	9,00	9,00	9,00	9,00	6,00
	Agua cause	9,00	6,00	4,00	8,00	7,00
Numero de hojas	Sin riego	58,00	61,00	93,00	58,00	65,00
	Agua residual tratada	48,00	65,00	120,00	100,00	85,00
	Agua cause	60,00	58,00	69,00	61,00	58,00
Diámetro de copa (cm)	Sin riego	24,60	32,30	41,00	45,00	46,00
	Agua residual tratada	37,00	37,00	32,00	37,00	35,00
	Agua cause	33,00	30,00	26,00	33,00	30,00
Circunferencia de tallo (cm)	Sin riego	3,00	2,80	2,80	3,00	4,00
	Agua residual tratada	2,75	2,80	3,00	4,00	4,20
	Agua cause	2,50	3,00	3,00	2,80	3,00

En el periodo de los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio del 2022 se logró observar cambios relevantes con base a los tres parámetros que se les asignó a los cultivos de limón persa, teniendo en cuenta que estos tuvieron un mayor incremento con agua residual tratada durante la primera y la segunda estación del año. Para el surco sin riego en los meses de junio y julio, es decir; dos meses después se observa un comportamiento relevante en los resultados obteniéndose efectos en constante incremento en comparación al riego con agua tratada y agua de cause, ya que sobrepasa hasta por 10 cm los demás surcos en mención.



Figura 1. Distribución e instalación de tubería del humedal construido ITSM.

En la Figura 2 se muestran los resultados finales de los parámetros que se tomaron en cuenta para la biometría de los surcos del sistema de riego en la región de Misantla, los datos más altos se obtuvieron en el surco de riego con agua residual tratada en la altura de planta, número de hojas y circunferencia de tallo por mencionar los relevantes, en comparación con los datos obtenidos con el surco de sin suministro de agua.

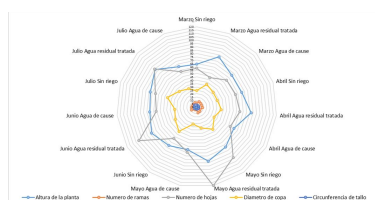


Figura 2. Datos finales de los parámetros tomados en cuenta en sistema de riego de limón persa en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

Conclusiones. Los resultados obtenidos de la biometría realizada sobre los surcos con sistemas de riego y sin él, fueron concluyentes y favorecieron el uso de agua residual tratada para el riego en cultivos de limón persa, ya que el agua residual tratada actúa de manera eficaz en los cultivos aportando propiedades que son fundamentales en el crecimiento y desarrollo del mismo, los datos obtenidos fueron relevantes en los parámetros más importantes como lo son la altura, número de hojas y desarrollo del tallo, haciendo la evaluación y comparación correcta de los sistemas de riego se demostró el buen desarrollo de cultivo limón persa en la región de Misantla aun sin contar con un suministro de agua para su riego, el entorno si bien se sabe no es el adecuado y en su mayoría no se cumplen con los procesos de cuidado para la producción del mismo, pero en su proceso de crecimiento mostró un desarrollo constante sobre los demás cultivos.

La producción de cultivo de calidad depende directamente del uso de tecnificaciones como lo son sistemas de riego, en la última época se puede destacar no solo esta técnica, sino además de ello el ahorro en agua o sustentabilidad para no exceder el uso, además de las caracterizaciones que se deben realizar para asegurar que las condiciones sean óptimas y se está irrigando con agua contaminada, o perjudicial en un futuro, que además de influir en la inocuidad del cultivo, este en la posibilidad de generar una enfermedad o afección a la población.

Bibliografía.

- Singh, A. (2014). "Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agriculture. *Journal of Hydrology*" Pág. 519, Part B. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.09.049>
- Thomson, S. J. & Threadgill, E. D. (1987). "Microcomputer control for soil moisture based scheduling center pivot irrigation systems". *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 1, pág. 321-338. [https://doi.org/10.1016/0168-1699\(87\)90003-2](https://doi.org/10.1016/0168-1699(87)90003-2)
- Vanegas, M. 2002. Guía Técnica del Cultivo de Limón Pérsico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Bos, M. G., M. A. Burton, and D. J. Molden. (2005). *Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines*. CABI International. Wallingford. 158 p. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851999678>