



RESPUESTA DE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES *LYCOPERSICUM ESCULENTUM* Y *ZEA MAYS* EN UN SUELO REPELENTE

Mayra Genezareth Contreras Pérez¹; Ignacio Hernández Reyes²; Beatriz Escobedo de la Cruz³

Resumen

Durante el desmonte y despalme de los predios, se emplea con frecuencia el fuego (Huertas et al., 2019), sin embargo, cuando el manejo es de manera descontrolada para la habilitación de cultivos, puede ocasionar daños al ambiente, incluido el suelo ocasionando el fenómeno de repelencia. Esta propiedad del suelo juega un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas a nivel hidrológico, geomorfológico y ecológico (Jiménez et al., 2022), de manera que influye en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales. Se realizó un muestreo de suelo en el Km 37 perteneciente a la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla caracterizado como repelente. Se evaluó la respuesta de las especies tomate (*Lycopersicum esculentum*) y maíz (*Zea mays*) mediante los atributos funcionales de germinación, altura, elongación de raíz, número de hojas, biomasa y contenido de agua, en un suelo repelente con diferentes porcentajes de enmienda orgánica a base de productos de lombricompostaje (SR, HL5%, HL10% y HL15%). Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($F=9.45$, $P<0.0001$) entre los diferentes sustratos. El suelo caracterizado como repelente (SR), no permitió desarrollo de las especies vegetales, debido al déficit hídrico, mientras que tratamiento HL15% fue el de mayor eficiencia incrementando significativamente la humedad y disminuyendo la repelencia del suelo. En cuanto a la altura del tallo, elongación de la raíz, número de hojas, contenido de agua y biomasa, el HL15% tuvo resultados favorables en el desarrollo de ambas especies vegetales. Se observaron impactos directos sobre el área foliar o la biomasa vegetativa en comparación con un suelo con contenido de materia orgánica y humedad hasta un 50 % en el desarrollo de las especies vegetales, lo que sugiere que un suelo que ha estado en contacto con el fuego, no es óptimo para posteriores actividades agrícolas limitando la disponibilidad del agua.

Introducción

El manejo del fuego es una práctica frecuente (Huertas et al., 2019), sin embargo, cuando se emplea de manera descontrolada genera impactos negativos en el ambiente.

En los últimos 30 años, los incendios forestales han generado una tasa de destrucción de 11.2 millones de hectáreas anuales en promedio de los ecosistemas tropicales, equivalente a 20 hectáreas por minuto (Castillo et al., 2003). La gravedad de un impacto al suelo se determina por la intensidad, recurrencia y durabilidad del incendio, que se traducen en: generación de erosión del suelo, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica, afectación en el ciclo hidrológico, disminución de vegetación y cambios de las propiedades del suelo, disminución de la tasa de infiltración del suelo y aumento de escurrimiento (Ressl y Cruz, 2012) y repelencia (Jaramillo, 2006).



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VI CONGRESO
Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

En zonas con afectación de repelencia en suelos, presenta un desafío importante debido a la escasez de agua y fertilidad y la pobre condición física del suelo, lo que limita en gran medida la supervivencia y el crecimiento de las especies plantadas en estas áreas (Valdecantos et al., 2014) lo que afecta el establecimiento y la recuperación de la vegetación después de diversas perturbaciones (Benayas y Bullock, 2015; del Campo et al., 2020; Madrigal-González et al., 2018, Noriega, 2021).

Existen estas se encuentran las de degradación lenta como el humus y lixiviado de lombriz que aporta de retención de la humedad, genera macronutrientes (N, K, Ca, Mg) como micronutrientes (B, Fe, Zn) contiene también una alta carga de microorganismos benéficos para el sólido (Olivares et al., 2012) y permite la germinación de plantas Ramos et al., 2019).

En este proyecto se evalúa la respuesta de las especies tomate (*Lycopersicon esculentum*) y maíz (*Zea mays*) mediante los atributos funcionales de germinación, altura, elongación de raíz, número de hojas, biomasa y contenido de agua, en un suelo repelente en comparación con un suelo repelente con diferentes porcentajes de enmienda orgánica a base de productos de lombricompostaje. Inicialmente se realizó la caracterización del suelo afectado y seguidamente se aplicaron los tratamientos mediante un diseño completamente aleatorizado realizado a escala laboratorio.

El propósito es buscar y diseñar tecnologías de bajo costo y efectivas, capaces de restaurar las propiedades fisicoquímicas del suelo con el fin recuperar su fertilidad y hacerlo óptimo para el crecimiento de especies vegetales.

Objetivos

Evaluar la respuesta de las especies tomate (*Lycopersicon esculentum*) y maíz (*Zea mays*) mediante los atributos funcionales en un suelo repelente con diferentes porcentajes de enmienda orgánica a base de productos de lombricompostaje (SR, HL5%, HL10% y HL15%).

Materiales y métodos

Muestreo: se realizó un muestreo a juicio en la carretera Villahermosa–Frontera Carretera Costera del Golfo Km 37, en la Ranchería Tabasquillo 2da. Sección, en las coordenadas 18°17'59.51"N, 92°48'34.92"O perteneciente a la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla (RPBC). Dentro del sitio de estudio, se identificó una zona con presencia visible de incendio. El método empleado para el muestreo, fue el establecido en la NOM-021-SEMARNAT-2000. Se identificaron zonas impactadas por incendios y se tomaron 12 muestras superficiales y subsuperficiales ($n=12$) en diferentes puntos del terreno donde ocurrió el incendio forestal.

Caracterización del suelo: correspondió a la evaluación de las características del suelo post-incendio, mediante los parámetros de pH y conductividad eléctrica con la metodología de la NOM-021-SEMARNAT-2001, humedad, que



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VI CONGRESO
Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

se determinó con el método de termobalanza, la capacidad de campo el cual se analizó con el método por capilaridad, la repelencia que se evaluó empleando los métodos WDPT (Water Droplet Penetration Time) y el método MED (Molarity Ethanol Droplet).

Atributos funcionales: El diseño experimental es de una vía con cuatro niveles. Se evaluaron las especies vegetales maíz (*Zea mays*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*), con el periodo de germinación respectivo y crecimiento de 21 días. La evaluación de los atributos funcionales se inició con la siembra de la especie vegetal (tomate). Se emplearon bolsas germinadoras de 10 x 15 cm con drenaje de humedad. Se aplicaron 1300 g de suelo prueba. Finalmente, se le adicionaron 50 ml de lixiviado. Los tratamientos evaluados fueron suelo post-incendio (T) y suelo con humus y lixiviado de lombriz *Eisenia foetida* (HL5%, HL10% y HL15%) con cinco réplicas cada uno.

Maíz (*Zea mays*): Se seleccionaron las semillas que visiblemente establecieran el mismo tamaño y se evitando las que presentarán daños físicos. Las semillas se desinfectaron con una solución de 3.0 % de hipoclorito y se colocaron en un recipiente de plástico, posteriormente se adicionó una solución acuosa al 0.4 % de CaCo (Cloruro de calcio). Se dejaron reposar en la mezcla, por 8 o 12 h, para eliminar cualquier sustancia ajena a las semillas. Transcurrido el tiempo se eliminó la humedad de ellas. Posteriormente se realizó la siembra colocando 10 semillas por cada unidad experimental y finalmente agregando 50 ml de lixiviado para favorecer la humedad de inicio.

Tomate (*Lycopersicon esculentum*): Para el desarrollo de estas pruebas empleó una especie de importancia económica y alimenticia como el caso del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Todas las semillas estuvieron especificadas de tipo orgánico. Se descartaron las semillas dañadas y se utilizaron las de un mismo lote y tamaño, con el objetivo de reducir la variabilidad en los resultados, para el caso de semillas no seleccionadas y que presenten gran heterogeneidad en el tamaño, es conveniente realizar una selección previa descartando las fracciones de mayor y menor tamaño y utilizando solamente la fracción más numerosa y de tamaño intermedio. La fracción de menor tamaño puede presentar un alto porcentaje de semillas vanas, mientras que las semillas de mayor tamaño pueden ser más vigorosas, variando la sensibilidad frente a los compuestos tóxicos (Sobrero y Ronco, 2013).

Como control de calidad de las semillas se realizó una prueba de viabilidad antes de realizar los ensayos de toxicidad. Se realizó un pretratamiento de las semillas cuyo procedimiento se basó en un lavado con solución de hipoclorito de sodio (NaClO) durante 15 min, luego se lavaron con agua destilada durante 15 min para eliminar los residuos del NaClO. Una vez determinada la viabilidad de los lotes de semillas, estas se almacenaron en recipientes en oscuridad y ambiente seco para inhibir su germinación y mantener su fertilidad.



La evaluación de los atributos funcionales se realizó mediante la medición de elongación de raíces, medición de la altura del tallo, cuantificación de número de hojas, peso fresco y peso seco (parte aérea y raíz) y contenido de agua y de biomasa (parte aérea y raíz). La altura final de la planta se midió al área foliar desde la superficie del suelo hasta la parte más alta regla graduada (mm) de 30 cm.

En el procedimiento de obtención de las raíces, evaluación de biomasa y contenido de humedad, se realizó limpiando las raíces mediante lavado y posterior secado con papel secante y a temperatura ambiente. Una vez separados el tallo y la parte aérea, se procedió al pesado (peso húmedo) en una balanza analítica marca electrónica marca VELAB modelo VE-300. El tallo y la parte aérea se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas y se colocó en el horno de secado marca NOVATECH modelo E135-E durante 48 h a 60 °C.

Resultados y discusión

Caracterización del suelo

Los resultados de un suelo post-incendio se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Características de un suelo post-incendio

Parámetros	Media y Desviación Estándar	Unidades
pH	8.32±0.03	[H] ⁺
CE	0.25±0.01	ds·m ⁻¹
Humedad	1.07±0.02	% humedad
CC	55.94±3.23	%
WDPT	3259.96±259.99	S
MED ₁₀ *	5.54±0.04	Mol

Atributos funcionales

-Maíz (*Zea mays*). Los resultados (Tabla 2) muestran que un suelo post-incendio con características de hidrofobicidad, no favorece a la germinación de la especie de maíz (*Zea mays*). Sin embargo, los tratamientos HL5%, HL10% y HL15%, favorecieron a la germinación de la especie en un periodo de días con un óptimo desarrollo, presentando un crecimiento del tallo y elongación de raíz a los 21 días.

Los resultados sugieren que, a mayor contenido de materia orgánica en el sistema, la planta de maíz, presenta mejor desarrollo.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VI CONGRESO Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

Con respecto al peso fresco en parte aérea los tratamientos presentaron los valores, T: 1.53 ± 0.17 g; HL5%: 1.6 ± 0.19 g; HL10%: 1.58 ± 0.16 g y HL15%: 2.35 ± 0.5 g. Mientras que el peso de las raíces en los tratamientos fue T: 0.93 ± 0.19 ; HL5%: 0.85 ± 0.09 ; HL10%: 0.82 ± 0.1 y HL15%: 1.2 ± 0.22 . El peso seco en parte aérea y raíces fue < 0 en todos los tratamientos. En la tabla 2 se muestran los resultados de la respuesta de la especie maíz (*Zea mays*) en relación al contenido de agua y biomasa. Los resultados podrían estar determinados por el almacenamiento del agua. Contreras *et al.*, (2005) mencionan que, debido al ascenso capilar del agua para un suelo de textura media, la zona de abastecimiento de esta humedad es del orden de 30 cm aproximadamente. Para determinar el volumen de agua aprovechable por la planta, ésta dependerá de las características físicas del suelo y la profundidad de exploración de las raíces (Palacios, 1980).

La característica visible como la repelencia, mostró una diferencia entre los tratamientos. La absorción de lixiviado se presentó adecuadamente en el tratamiento HL15% que en comparación con el T no logró filtrar, lo que permite concluir que está asociada directamente al porcentaje de enmienda orgánica. En el tratamiento T se observó una textura arenosa que no favorecía a la fijación de la semilla de parte aérea y raíz de las especies maíz (*Zea mays*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*). Entre los efectos generales más obvios de estrés hídrico son los fallos en la germinación, la reducción en la altura de la planta, área foliar y rendimiento del cultivo. Para el caso de este estudio, lo observable sobre los atributos funcionales de la especie, podría estar determinado por la misma tolerancia que desarrolla la especie, ya que las plantas desarrollan las raíces con el objetivo de buscar agua en zonas más profundas; la disponibilidad de agua afecta la relación entre el crecimiento de la parte aérea y la raíz; la raíz continúa su desarrollo mientras que la parte aérea deja de crecer por causa del estrés (Florido y Bao, 2014; Contreras y Hernández, 2022).

Biasutti y Galiñanes (2001) y Avendaño *et al.*, (2008) mencionan que la especie de maíz puede presentar tolerancia al estrés hídrico, en condiciones de sequía y una recuperación en posterior riego tal como se presenta en este estudio; se observó que la especie se logró desarrollar, debido a la adición de agua, sin embargo, el suelo dificultaba la filtración debido a la hidrofobicidad ocasionada por el incendio.

Escobar (2020) explica que las plantas han desarrollado diferentes respuestas y adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones de déficit hídrico. Estas estrategias de adaptación pueden ocurrir a nivel fisiológico, celular y molecular. Una respuesta es la disminución de la expansión foliar y el aumento del crecimiento radicular, tal como se presenta en la especie maíz de este estudio, el cual es un mecanismo de resistencia, a nivel fisiológico que se enfoca en el cierre de estomas.



Tabla 2 Atributos funcionales especie maíz (*Zea mays*).

Trata- mientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Núm. Hojas (Unidad)	Contenido de agua		Contenido de biomasa	
				Parte aérea	Raíz	Parte aérea	Raíz
Testigo	7.99 ± 0.9 a	14.66 ± 1.41 a	3.89 ± 0.31 a	98.83 ± 0.12 b	98.01 ± 0.42 b	0.01 ± 0 b	1.17 ± 0.12 b
HL5%	7.98 ± 0.51 a	17.07 ± 1.85 a	4.47 ± 0.24 a	77.94 ± 3.22 a	87.18 ± 0.85 a	0.22 ± 0.03 a	22.06 ± 3.22 a
HL10%	8.4 ± 0.46 a	16.45 ± 1.77 a	4.42 ± 0.49 a	91.05 ± 1.58 b	86.35 ± 2.06 a	0.09 ± 0.02 b	8.95 ± 1.58 b
HL15%	8.34 ± 0.37 a	20.9 ± 1.06 a	6.13 ± 0.58 b	68.38 ± 5.69 a	74.65 ± 4.81 c	0.32 ± 0.06 a	31.62 ± 5.69 a

-Tomate (*Lycopersicum esculentum*).

La especie de tomate (*Lycopersicum esculentum*) presentó germinación hasta los 14 días, así como un limitado desarrollo en el crecimiento del tallo en todos los tratamientos. Para esta especie vegetal, se presenta menor desarrollo en un suelo post-incendio (T) que en un suelo con enmienda orgánica (HL5%, HL10% y HL15%), presentando influencia directa sobre los atributos funcionales de altura, longitud de la raíz, germinación y número de hojas (Tabla 3). El peso fresco en parte aérea los tratamientos presentaron los valores de T: 0.36 ± 0.11; HL5%: 0.1 ± 0.01; HL10%: 0.22 ± 0.05 y HL15%: 0.4 ± 0.06. El peso fresco de la raíz, el peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz fue < 0.

En la tabla 3 se muestran los resultados del contenido de agua y biomasa de la especie tomate (*Lycopersicum esculentum*) El efecto sobre la fisiología vegetal en plantas depende de la concentración en la solución edáfica en contacto con el sistema radicular mismo que varía de acuerdo con su contenido de humedad, el cual a su vez depende de la capacidad de campo.

Los efectos del estrés o déficit hídricos inhiben la fotosíntesis y disminuye el flujo de fotosintatos a los órganos en desarrollo (Boyer y Westgate 2004). Cuando el estrés ocurre durante el desarrollo del cigoto, se provoca absorción o bien el saco embrionario puede ser afectado en su desarrollo (Avendaño *et al.*, 2008; Contreras y Hernández, 2022). En respuesta al estrés hídrico, las especies vegetales pueden activar dos tipos de productos: a) proteínas funcionales, involucradas en tolerancia al estrés y adaptación celular tales como, proteínas canal, enzimas que participan en la síntesis de osmolitos, proteínas tardías de la embriogénesis (LEA) proteínas y enzimas de detoxificación; y b) proteínas reguladoras que regulan la expresión de los genes y traducción de señales en respuesta al estrés, tales



como factores de transcripción, quinasas y 14-3-3 proteínas (Shinozaki y Yamaguchi, 1997; Yamaguchi y Shinozaki, 2005; Escobar, 2020)

La condición hídrica de la planta tiene influencia directa sobre en el crecimiento de la misma y en la producción de biomasa, en particular a través de sus efectos en la expansión de la hoja y raíz (Beadle *et al.*, 1985). A medida que el suelo se seca, las raíces disminuyen el contacto y el efecto final es una reducción en la absorción de agua, cierre de las estomas, una reducción en la fotosíntesis, y en la producción de biomasa (Santiago *et al.*, 1998), tal como se observó en este estudio.

El déficit hídrico conduce a numerosos cambios fisiológicos, como una relación raíz-vástago alterada, área foliar y número de hojas reducido y finalmente, disminuye el crecimiento y el rendimiento de las plantas, sin embargo, la presencia de mantillo u hojarasca sobre el suelo es muy importante, así un centímetro de paja sobre la superficie tiene la misma resistencia al impacto de las gotas de lluvia que un macizo forestal de 30 años de edad (Roose, 1974), así como mantener la humedad del suelo entre el 65 y el 80 % de la capacidad de campo es necesaria para aumentar el rendimiento (Dunwell *et al.*, 2001).

Tabla 3 Atrínutos funcionales de la especie tomate (*Lycopersicum esculentum*).

Trata- mientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Núm. Hojas (Unidad)	Contenido de agua		Contenido de biomasa	
				Parte aérea	Raíz	Parte aérea	Raíz
Testigo	6.95 ± 0.65 a	1.7 ± 0.1 a	2.5 ± 0.5 a	99.69 ± 0.1 a	100 ± 0.01 a	0.003 ± 0.001 a	0.31 ± 0.1 a
HL5%	7.77 ± 0.81 a	2.58 ± 0.3 a	6.18 ± 1.01 a	98.78 ± 0.37 a	92.98 ± 1.7 a	0.012 ± 0.004 a	1.22 ± 0.37 a
HL10%	8.9 ± 0.55 ab	4.25 ± 0.52 b	7.63 ± 0.89 ab	98.02 ± 1.01 a	70.36 ± 8.11 b	0.02 ± 0.01 a	1.98 ± 1.01 a
HL15%	11.86 ± 0.63 b	4.91 ± 0.23 b	10.29 ± 1.02 b	98.26 ± 0.7 a	88.15 ± 2.4 ab	0.017 ± 0.007 a	1.74 ± 0.7 a

Conclusiones

Las propiedades del suelo, se modifican posterior a un incendio, afectando la estructura del suelo resultando con mayor porcentaje de arenas. Debido a la incorporación de cenizas, bases intercambiables (Ca, Mg, K y Na) y la ruptura de los enlaces de arcilla se caracteriza como medianamente alcalino y con efectos no apreciables de salinidad. Al ser un suelo post-incendio, la humedad no es significativa



La adición de la materia orgánica es un factor determinante para la retención de humedad y desarrollo de las especies vegetales ya que provee de diversos nutrientes (N, P y K) que favorecen sobre la germinación, longitud del tallo, longitud de la raíz y biomasa.

En el tratamiento T, para el caso del maíz (*Zea mays*) presentó mayor tolerancia al estrés hídrico causado por la repelencia del suelo, mientras que la especie de tomate (*Lycopersicon esculentum*), no logró desarrollarse. Se observaron impactos directos sobre el área foliar o la biomasa vegetativa en comparación con un suelo con contenido de materia orgánica y humedad hasta un 50 % en el desarrollo de las especies. lo que sugiere que no es óptimo para posteriores actividades agrícolas. Esto se confirma con la capacidad de campo y humedad, pues el suelo no presentó valores elevados, lo que indica que el agua retenida que puede ser utilizada por las plantas es mínima, afectando su desarrollo.

Referencias bibliográficas.

1. Avendaño C., Molina J., Trejo C., López C. y Cadena J. (2008). Respuesta a altos niveles de estrés hídrico en maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 27-37.
2. Beadle, C. L.; Long, S. P.; Imbomba S. K.; Hall D.O.; Olembo R. (1985). *Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial ecosystems*. Tycooly International, Oxford. 568 pp.
3. Benayas, J.M.R., López-Pintor, A., García, C., De la Cámara, N., Strasser, R., Sal, A.G., 2002. Early establishment of planted *Retama sphaerocarpa* seedlings under different levels of light, water and weed competition. *Plant Ecol.* 159, 201–209. <https://doi.org/10.1023/A:1015562623751>.
4. Biasutti, C. A., y Galiñanes, V. A. (2001). Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántula con el rendimiento a campo. *AgriScientia*, 18, 37-44.
5. Boyer J. S. y Westgate M. E. (2004). Grain yields with limited water, *Journal of Experimental Botany*, Volume 55, Issue 407, November. Pages 2385–2394, <https://doi.org/10.1093/jxb/erh219> Principio del formulario.
6. Castillo, M., Pedernera, P., y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 19(3), 44-53.
7. Contreras H. J., Volke H. V., Oropeza M. J., Rodríguez F. C., Martínez S. T. y Martínez G. Á. (2005). Reducción del rendimiento de maíz por la erosión del suelo en Yanhuitlán, Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana*, 23(3), 399-408.
8. Contreras P. M. y Hernández H. Y. (2022). Influencia de un suelo post-incendio sobre los atributos funcionales de las especies *Lycopersicon esculentum* y *Zea mays*. *Revista LASIRC* ISSN: 2711-1814 (en línea) Vol. 3. No. 1. Marzo 2022 *Ingenierías y Tecnológicas - Ciencias de la Salud*.
9. del Campo, A.D., Segura-Orenga, G., Ceacero, C.J., González-Sanchis, M., Molina, A.J., Reyna, S., Hermoso, J., 2020. Reforesting drylands under novel climates with extreme drought filters: The importance of trait-based species selection. *For. Ecol. Manage.* 467, 118156. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118156>
10. Dunwell W.C., Jones, R.T., Strang, J.G., Stegelin, F. (2001). Summer Squash Production. Extension Specialists in Horticulture and Extension Specialist for Horticultural Marketing. <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id78/id78.htm> (Issued: 5-87, Revised: 3-89).



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VI CONGRESO
Nacional de Investigación en
Ciencia e Innovación de
Tecnologías Productivas

11. Escobar C. M. (2020). Régimen de fuego de las selvas tropicales húmedas del sur de México e implicaciones para su restauración. Tesis Doctoral. Universidad de Sherbrooke. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, México.
12. Florido B. y Bao F. L (2014). Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(3), 70-88.
13. Huertas H. A., Baptiste B. B. L., Toro M. M. y Huertas R. H. (2019). Manejo de la quema de pastizales de sabana inundable: una mirada del pueblo originario Sáliva en Colombia. *Chungará (Arica)*, 51(1), 167-176. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562018005002401>.
14. Jaramillo, J. D. (2006) Repelencia al agua en suelos: una síntesis. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30 (115) 215-232. ISSN 0370-3908.
15. Jiménez, M. A., González, L. C., de Mello Prado, R., y Selva, E. R. P. (2022). Fuentes de Fósforo (p) más Cachaza con y sin Azotofos sobre los microorganismos del suelo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 65-69.
16. Noriega, M. T. (2021). *Uso de Acondicionadores de Suelo Para Reducir Estrés Hídrico Post Plantación de Especies Nativas Del Bosque Esclerófilo en la Región Metropolitana, Chile* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)).
17. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales DOF Viernes 31 de diciembre de 2002 Sobrero M. C. y Ronco A. (2013). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. American Public Health Association (APHA). 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos, S.A., Madrid. 1,576 pp.
18. Palacios V. E. (1980). Estimación de los requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuándo y cuánto regar. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
19. Ressler, R. y Cruz. I. (2012). Detección y monitoreo de incendios forestales mediante imágenes satélite. *CONABIO. Biodiversitas*, 100:12-13
20. Roose E.J. (1974). Contribution a l' etude de la resistance a l' erosion des Quelques sols tropicaux. *Trans. X International Congress of Soil Science*. Moscú, XI Comission pp. 54-61
21. Santiago J. y Borrego F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía mesoamericana*, 59-65.
22. Shinozaki K. y K. Yamaguchi-Shinozaki. (1997). Gene expression and signal transduction in water-stress response. *Plant Physiol.* 115:327-334.
23. Valdecantos, A., Cortina, J., Vallejo, V.R., 2011. Differential field response of two Mediterranean tree species to inputs of sewage sludge at the seedling stage. *Ecol. Eng.* 37, 1350–1359. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.03.017>
24. Yamaguchi-Shinozaki K. y K. Shinozaki. (2005). Organization of cis-acting regulatory elements in osmotic and cold-stress-responsive promoters. *Trends Plant Sci.* 10: 88-94.