



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**EFFECTO DEL ABONADO CON BIOSÓLIDO EN EL
COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO E INCIDENCIA DE PLAGAS
EN LOS CULTIVOS DE CHILE X´CATIK Y CHILE DULCE
(*Capsicum annum* L.)**

TESIS

Que presenta:

Fátima del Rosario Yam Herrera

Como requisito parcial para obtener el grado de:
Maestra en Ciencias en Horticultura Tropical

Director de tesis:

Dr. Esaú Ruiz Sánchez

Conkal, Yucatán, México

Diciembre, 2023



TecNM



Conkal, Yucatán, México, a 07 de diciembre 2023

El comité de tesis de la candidata a grado: Fátima del Rosario Yam Herrera, constituido por los CC. Dr. Esaú Ruiz Sánchez, Mc. Joaquín Sergio López Vázquez, Dr. Jorge Ismael Tucuch Haas y Dr. Luis Latournerie Moreno habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: **EFFECTO DEL ABONADO CON BIOSÓLIDO EN EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO E INCIDENCIA DE PLAGAS EN LOS CULTIVOS DE CHILE X'CATIK Y CHILE DULCE (*Capsicum annuum* L.)**, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Horticultura Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

ATENTAMENTE

Dr. Esaú Ruiz Sánchez
Director de tesis

MC. Joaquín Sergio López Vázquez
Co-director de tesis

Dr. Jorge Ismael Tucuch Haas
Asesor de Tesis

Dr. Luis Latournerie Moreno
Asesor de Tesis



Conkal, Yucatán, México a 07 de diciembre de 2023

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

Fátima del Rosario Yam Herrera

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. CAPÍTULO 1	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1 Uso del biosólido en la agricultura y como abono.....	2
1.2.2 Importancia del chile X'catik y chile dulce (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	3
1.2.3 Plagas del cultivo chile X'catik y chile dulce (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	4
1.3. Hipótesis.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1 General.....	4
1.4.2 Específicos.....	4
1.5. Procedimiento experimental.....	5
1.6. Literatura citada.....	6
II. CAPÍTULO 2.....	12
EFFECTO DEL ABONADO CON BIOSÓLIDO EN EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO E INCIDENCIA DE PLAGAS EN CULTIVO DE CHILE X'CATIK (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	12
2.1. RESUMEN.....	12
2.1.1. ABSTRACT.....	13
III. CAPITULO 3.....	14
Efecto del biosólido porcino en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en chile dulce (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	14
3.1. Resumen.....	15
3.1.2Abstract.....	16

ÍNDICE DE TABLAS E INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1. Análisis físico-químico del biosólido porcino.....	17
Figura 2.1. Tasa de asimilación neta (A) y carbono intercelular (B) en cultivo de Chile X'catik abonado con diferentes niveles de biosólido.....	20
Tabla 2.2. Densidad poblacional de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja e incidencia y severidad final de los síntomas asociados a la presencia de <i>P. latus</i> en planta de chile X'catik abonadas con diferentes niveles de biosólido.....	20
Tabla 2.3. Efecto de biosólido en el rendimiento total, número de frutos por planta, peso de un fruto y longitud y diámetro de chile X'catik.....	21

CAPÍTULO 3

Figura 3.1. Tasa de asimilación neta (A) y carbono intercelular (B) en el cultivo de chile dulce abonado con diferentes niveles de biosólido.....	54
Tabla 3.1. Efecto del biosólido en el rendimiento total, número de frutos por planta, peso de un fruto y diámetro polar y ecuatorial en plantas de chile dulce.....	54
Tabla 3.2. Densidad poblacional de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja e incidencia y severidad final de los síntomas asociados a la presencia de <i>P. latus</i> en plantas de chile dulce abonadas con diferentes niveles de biosólido.....	55

RESUMEN

Los biosólidos son materiales que se obtienen durante el proceso de tratamiento de aguas residuales. El aprovechamiento agrícola de los biosólidos es una práctica que está tomando relevancia en muchos países del mundo, ya que este material puede proveer nitrógeno, fosforo y otros nutrientes necesarios para los cultivos. Este estudio evaluó el efecto del Biosólido porcino en diferentes cantidades (500, 750 y 1000 g) en los cultivos de chile X'catik y chile Dulce (*Capsicum annuum* L.). Los resultados en las variables fisiológicas indicaron que el tratamiento de 500 y 750 g de biosólido tuvieron efectos significativos para ambos cultivos, sin embargo, los resultados de las variables agronómicas mejoraron el rendimiento y peso de frutos. Los resultados de densidad poblacional de *Bemisia tabaci* fue similar entre tratamientos para ambos cultivos, sin embargo para el cultivo de chile X'catik se notó una tendencia a menor densidad poblacional en el control y en el cultivo de chile Dulce menor densidad en el tratamiento de 1000 g. Los resultados de incidencia y severidad de *Polyphagotarsonemus latus* en el cultivo de chile X'catik no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo en el tratamiento de 750 g de biosólido hubo menor incidencia y severidad. Para el cultivo de chile Dulce hubo diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento de 1000 g donde hubo menor incidencia y severidad. En conclusión, la aplicación de los diferentes tratamientos evaluados de biosólido porcino mejoró las variables evaluadas, los parámetros fisiológicos el daño por plagas y se mostró un incremento del rendimiento.

ABSTRACT

Biosolids are materials that are obtained during the wastewater treatment process. The agricultural use of biosolids is a practice that is becoming relevant in many countries around the world, since this material can provide nitrogen, phosphorus and other necessary nutrients for crops. This study evaluated the effect of porcine biosolids in different amounts (500, 750 and 1000 g) on X'catik chili and Dulce chili (*Capsicum annuum* L.) crops. The results in the physiological variables indicated that the treatment of 500 and 750 g of biosolids had significant effects for both crops, however, the results of the agronomic variables improved yield and fruit weight. The results of the population density of *Bemisia tabaci* was similar between treatments for both crops, however, for the X'catixk chili crop, a tendency to lower population density was noted in the control and in the Dulce chili crop lower density in the treatment of 1000 g. The results of incidence and severity of *Polyphagotarsonemus latus* in the X'catixk chili pepper crop, there were no significant differences between treatments, however in the treatment of 750 g of biosolid there was lower incidence and severity. For the cultivation of Sweet pepper there were significant differences between treatments, with the 1000 g treatment where there was the lowest incidence and severity. In conclusion, the application of the different evaluated treatments of porcine biosolids improved the evaluated variables, the physiological parameters, the damage by pests and an increase in yield was shown.

I. CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los biosólidos o lodos estabilizados, definidos también como aguas residuales tratadas, son un subproducto de aguas de desecho especialmente tratado, estabilizado y esterilizado que se producen de aguas residuales de áreas urbanas o industriales (Badzmierowski *et al.*, 2021). Los biosólidos pueden ser obtenidos por diversos métodos, que puede ser por transformación aeróbica o anaeróbica, transformación alcalina, secado caliente, oxidación/purificación ácida, compostaje, etc. (Moore *et al.*, 2022). Posteriormente de ser tratados y procesados, los biosólidos (lodos estabilizados) pueden ser considerados y aprovechados como abono para mejorar y conservar beneficiosos los suelos y provocar el desarrollo de las plantas debido a que son esencialmente materia orgánica y contienen nutrientes como P y N entre otros metales esenciales como Zn, Cu, Co y Ni (Kara, 2005; Mohammad y Athamneh, 2004; Obreza y O'connor, 2003; Marchuk *et al.*, 2023).

Dentro de la actividad más común de aprovechamiento de los lodos encontramos que son manejados como abono en la horticultura (Badzmierowski *et al.*, 2021). La utilización de los lodos ha sido reportada en diversos estudios por favorecer el incremento en el rendimiento de varias plantas, como son la calabaza (*Cucurbita maxima*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*) (Bryan y Lance, 1991; Ozores-Hampton *et al.*, 1994a, 1994b), y en Chile (*Capsicum annuum*) consigue obtener el mismo provecho comercial que utilizando fertilizantes químicos (Ozores-Hampton *et al.*, 2000). Chow y Pan (2020) demostraron que el aporte de diferentes proporciones de biosólido (lodos de depura) mejora el crecimiento, biomasa y contenido de nutrientes en plantas de zanahoria (*Daucus carota* L.). Además, Abd El Lateef *et al.* (2019) mencionan que la aplicación de biosólidos (compost vegetal, estiércol de corral y estiércol de pollo) en plantas de remolacha azucarera (*Beta vulgaris var. saccharifera* L.) incrementa el fruto, altura de la planta y ancho de raíz.

Pocos estudios han evaluado la aplicación de biosólido sobre el rendimiento, comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en cultivos hortícolas, entre ellas en los cultivos de *Capsicum annuum*. Por lo que, el objetivo del actual trabajo fue evaluar el efecto del abonado con biosólido porcino con diferentes niveles en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en Chile X'catik y Chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Uso de biosólidos en la agricultura y como abono

Los biosólidos se definen como “materia prima orgánica ricos en nutrientes que provienen después de la separación de sólidos y líquidos” (Gonzales-Ollauri *et al.*, 2020; Marchuk *et al.*, 2023). Están dotados de nutrientes esenciales para las plantas (macro y micronutrientes) que los califica para ser utilizados como mejoradores del suelo y así disminuir el uso de fertilizantes químicos (Poornima *et al.*, 2022).

Se ha estudiado que los biosólidos durante el proceso de transformación pueden ser aplicados y manejados adecuadamente de acuerdo con las medidas y normas federales (O'Connor *et al.*, 2005; López-Velázquez, 2012). El uso de biosólido en la agricultura se ha transformado en una de las elecciones más apreciables en algunos países como un recurso valioso en la agricultura (Venegas *et al.*, 2021), debido a la calidad del biosólido (comprendido de materia orgánica y nutrientes) que asegura un crecimiento sostenido de los cultivos hortícolas (Singh y Agrawal, 2008; Gianico *et al.*, 2021). Reparar las características químicas, físicas y biológicas del suelo, proporcionando el aumento del fruto de los cultivos (Hernández-Herrera *et al.*, 2005; Hamilton *et al.*, 2020).

El uso del biosólido como abono mejora las propiedades física y químicas del suelo (Shaheen *et al.*, 2012). La estructura óptima del suelo, a su vez, mejora muchas otras importantes características físicas y químicas, como: porosidad, densidad aparente, capacidad de intercambio de agua y cationes, aireación y drenaje, comunidades microbianas y fauna del suelo, contribuyendo así a la supresión de enfermedades, y reduciendo erosión del suelo; también mejora el suministro de N, P, y S del suelo (Stoffella *et al.*, 2001; Nicholson *et al.*, 2018). Los trabajos han justificado que la aplicación de biosólidos resulta en rendimientos similares o más altos que los fertilizantes inorgánicos (Brown *et al.*, 2011). Se ha reportado en diversos estudios por ayudar en el aumento del fruto de varias hortalizas, como son frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y calabaza (*Cucurbita maxima*) (Bryan y Lance, 1991; Ozores-Hampton *et al.*, 1994a, 1994b), y en chile (*Capsicum annuum*) (Ozores-Hampton *et al.*, 2000). También en brócoli (*Brassica oleracea*), berenjena (*Solanum melongena*), calabaza (*Cucurbita maxima*), lechuga (*Lactuca sativa*) (Lu *et al.*, 2012).

Los biosólidos como abonos orgánicos también pueden tener potencial de reducir las infestaciones de plagas (Mahmoud *et al.*, 2021). Yadav *et al.* (2009) mencionan que al aplicar abono orgánico (estiércol de aves de corral) observaron un aumento de la altura de las plantas con menor infestación de plagas. Por ellos, los biosólidos son un insumo importante de la agricultura orgánica, ya que puede perfeccionar la calidad y aumento de los cultivos (Collivignarelli *et al.*, 2020).

1.2.2. **Importancia del chile X'catik y chile Dulce (*Capsicum annuum* L.)**

Capsicum annuum es el tipo de chile más reconocida, difundida y cultivada del género *Capsicum*, pertenece a la familia de las solanáceas, son conocidos por su versatilidad como cultivo hortícola. Todas las numerosas formas, tamaños, sabores y colores de sus frutos, descritos y propuestos en la cultura popular, pertenecen en realidad a esta especie. En México, este fruto es una de las hortalizas más importantes debido al consumo popular y la magnitud de la producción (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010; Lahbib *et al.*, 2021).

El chile X'catik criollo (*Capsicum annuum* L.), es un chile cultivado en el estado de Yucatán, México, es el tercer chile de mayor calidad después del habanero y el dulce (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010), muy apreciado en la cocina regional, su uso va en aumento por lo que tiene una creciente demanda en el mercado (Basulto y León, 2021). Es de gran importancia para la mayoría de los productores agrícolas, por lo que buscan medidas que mejoren el rendimiento productivo y el tamaño de los frutos (Gómez-Rodríguez *et al.*, 2017). El chile contiene niveles importantes de pigmentos (como la clorofila, antocianina y luteína) con beneficios potenciales para la salud (Hernández-Pérez *et al.*, 2020).

El chile Dulce criollo, otro *Capsicum annuum* L. importante en la Península de Yucatán, por su sabor, su aroma delicado y su color. Se usa como condimento en la elaboración de platillos regionales y salsas (Moge-Pérez y Loría-Coto, 2018). Se considera una fuente de nutrientes fundamentales (como potasio, calcio y hierro) (Tun-Suárez *et al.*, 2011), con mayor contenido de vitaminas como provitamina A, vitamina B y vitamina C, también cuenta con importantes antioxidantes, es rico en flavonoides y fotoquímicos (Moge-Pérez y Loría-Coto, 2021; Monge-Pérez *et al.*, 2021).

1.2.3. Plagas del cultivo chile X'catik y chile dulce (*Capsicum annuum* L.)

Se ha reportado que alrededor de 35 especies de plagas de insectos y ácaros infestan al cultivo *Capsicum annuum* L. (Nandini *et al.*, 2022).

Durante el crecimiento, los chiles son atacados por diversos tipos de plagas de importancia económica de los cuales los pulgones (*Myzus persicae* Sulz. y *Aphis gossypii* Glov.), la mosca blanca (*Benisia tabaco* Genn.), los trips (*Frankliniella intonsa* Trybom. y *Scirtothrips dorsalis* Hood.) y el ácaro (*Polyphagotarsonemus latus* Banks.) son causantes de daños graves en los cultivos provocando una reducción en la calidad de producción y rendimiento (Ghosh, 2020; Yankova *et al.*, 2021).

1.3. HIPÓTESIS

Los biosólidos son ricos en materia orgánica y contienen elementos que coadyuvan a mejorar la fertilidad de los suelos y producción de los cultivos. El uso de biosólido porcino mejora la condición fisiológica y aumenta significativamente el rendimiento de *Capsicum annuum* L.

1.4. OBJETIVOS

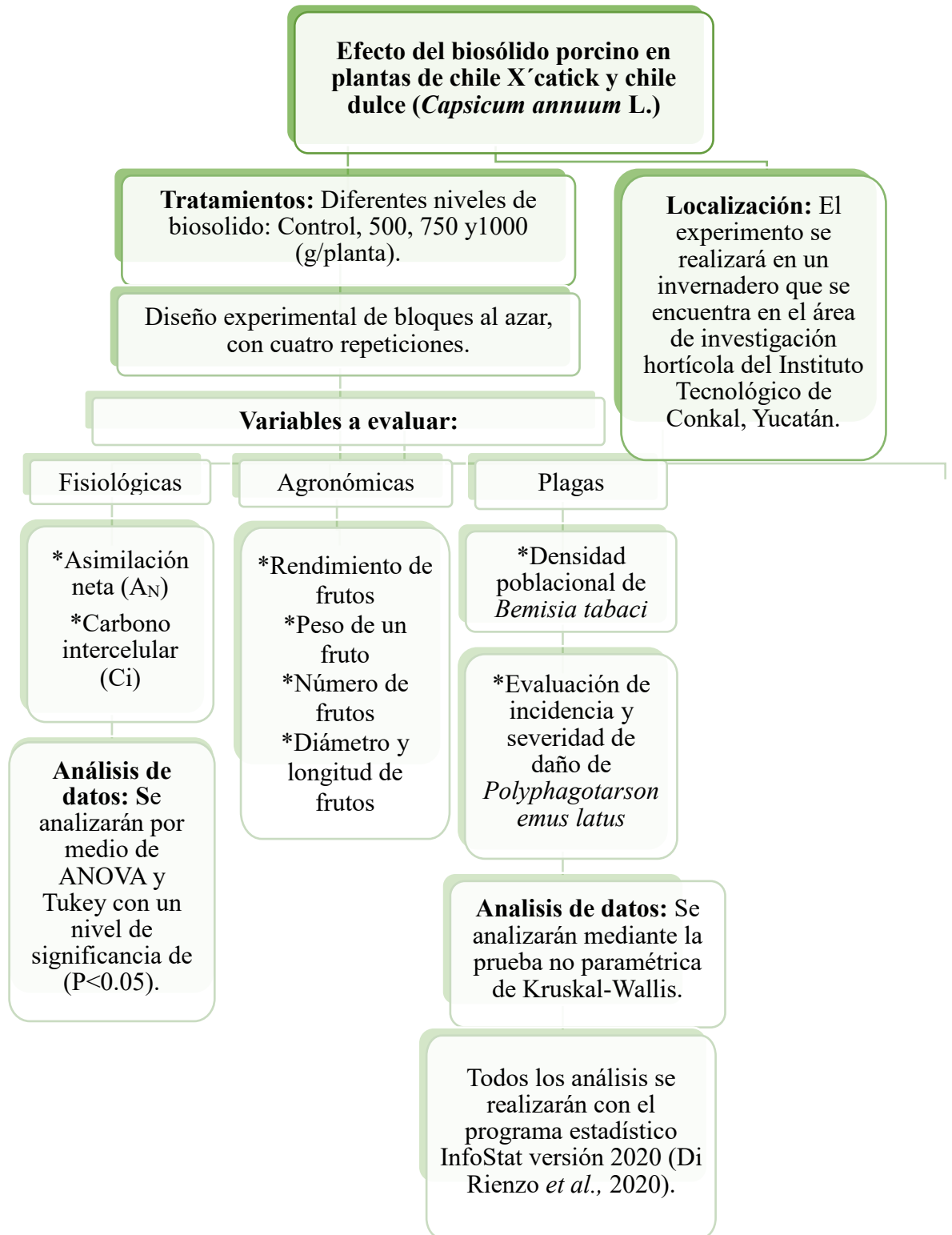
1.4.1 Objetivo general

- ❖ Evaluar el efecto del abonado con diferentes niveles de biosólido porcino en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en chile X'catik y chile dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero.

1.4.2 Objetivos específicos

- ❖ Evaluar el efecto del biosólido porcino en las variables fisiológicas en el cultivo de chile X'catik y chile dulce.
- ❖ Determinar la densidad y grado de daño por ácaros e insectos plagas en los cultivos de chile abonado con biosólido porcino.
- ❖ Evaluar el efecto del biosólido porcino en el rendimiento de frutos de chile X'catik y chile dulce.

1.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



***Para ambos cultivos se midieron las mismas variables.**

1.6. LITERATURA CITADA

- Abd El Lateef, E., Abd El-Salam, M., Farrag, A. and Gehan, A.M.Ī.N., 2019. Fertilizer inputs impact of different bio-solid sources on sugar beet yield in sandy soil. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 3(1), pp. 106-114.
- Aguilar-Rincón, V.H., Corona-Torres, P., López-López, P., Latournerie-Moreno, L., Ramírez-Meraz, M., Villalon-Mendoza, H. and Aguilar-Castillo, J.A., 2010. Los Chiles de México y su Distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN. Texcoco, Estado de México, México, pp. 114.
- Badzmierowski, M.J., Evanylo, G.K., Daniels, W.L. and Haering, K.C., 2021. What is the impact of human wastewater biosolids (sewage sludge) application on long-term soil carbon sequestration rates? A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 10(6), pp. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13750-021-00221-3>.
- Basulto, F.S. and León, M.J.Z., 2021. Estados de maduración de frutos de chile Xcat ik (*Capsicum annuum* L) y su relación con el periodo de almacenamiento en la germinación de las semillas. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), pp. 4674-4683. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-145>.
- Brown, S., Kurtz, K., Bary, A. and Cogger, C., 2011. Quantifying benefits associated with land application of organic residuals in Washington State. *Environmental science & technology*, 45(17), pp. 7451-7458. <https://doi.org/10.1021/es2010418>.
- Bryan, H.H. and C.J. Lance. 1991. Compost trials on vegetables and tropical crops. *BioCycle*, 27(3), pp. 36-37.
- Chow, H.Y. and Pan, M., 2020. Fertilization value of biosolids on nutrient accumulation and environmental risks to agricultural plants. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(12), pp. 578. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04946-8>.

- Collivignarelli, M.C., Abbà, A., and Benigna, I., 2020. The reuse of biosolids on agricultural land: Critical issues and perspective. *Water Environment Research*, 92(1), pp. 11-25. <https://doi.org/10.1002/wer.1196>.
- Ghosh, S. K., 2020. Evaluation of safe insecticides against sucking pests, jassid (*Amrasca bigutula bigutula* Ishida) and aphid (*Aphis gossypii* Glov.) infesting chilli (*Capsicum annum* L.) crop. *Journal of Entomology and Zoology studies*, 8(5), pp. 1428-1433.
- Gianico, A., Braguglia, C.M., Gallipoli, A., Montecchio, D. and Mininni, G., 2021. Land application of biosolids in europe: Possibilities, con-straints and future perspectives. *Water*, 13(1), pp. 103. <https://doi.org/10.3390/w13010103>.
- Gómez-Rodríguez, O., Corona-Torres, T. and Aguilar-Rincón, V.H., 2017. Differential response of pepper (*Capsicum annum* L.) lines to *Phytophthora capsici* and root-knot nematodes. *Crop protection*, 92(2017), pp. 148-152. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.023>.
- González-Ollauri, A., Thomson, C.S. and Mickovski, S.B., 2020. Waste to Land (W2L): A novel tool to show and predict the spatial effect of applying biosolids on the environment. *Agricultural Systems*, 185, pp. 102934. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102934>.
- Hamilton, K.A., Ahmed, W., Rauh, E., Rock, C., McLain, J. and Muenich, R.L., 2020. Comparing microbial risks from multiple sustainable waste streams applied for agricultural use: Biosolids, manure, and diverted urine. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 14, pp. 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.01.003>.
- Hernández-Herrera, J. M., Olivares-Sáenz, E., Villanueva-Fierro, I., Rodríguez-Fuentes, H., Vázquez-Alvarado, R. and Pissani-Zúñiga, J.F., 2005. Aplicación de lodos residuales, estiércol bovino y fertilizante químico en el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 21(1), pp. 31-36.

- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M.D.R., Valverde, M.E. and Paredes-López, O., 2020. *Capsicum annuum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), pp. 2972-2993. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12634>.
- Kara, Y., 2005. Bioaccumulation of Cu, Zn and Ni from the wastewater by treated *Nasturtium officinale*. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 2, pp. 63-67. <https://doi.org/10.1007/BF03325859>.
- Lahbib, K., Dabbou, S., Bnejdi, F., Pandino, G., Lombardo, S., El Gazzah, M. and El Bok, S., 2021. Agro-morphological, biochemical and antioxidant characterization of a tunisian chili pepper germplasm collection. *Agriculture*, 11(12), pp. 1236. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.037>
- López-Velázquez, R. 2012. Los biosólidos, una oportunidad para la agricultura. http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/documentos/biosolidos_raul_lopez_cea.pdf.
- Lu, Qin; He, Zhenli L. and Stoffella, Peter J., 2012. Land Application of Biosolids in the USA: A Review. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012 pp. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/201462>.
- Mahmoud, Y.A., Saleh, M.M.E., Ebadah, I.M.A., Moawad, S.S. and Abdel-Razek, A.S., 2021. Influence of Organic Soil Fertilization on the Population of two Insect Pests and the Productivity of Tomato Plants in a Plastic Greenhouse. *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, 19(2), pp. 69-76.
- Marchuk, S., Tait, S., Sinha, P., Harris, P., Antille, D.L. and McCabe, B.K., 2023. Biosolids-derived fertilisers: A review of challenges and opportunities. *Science of the Total Environment*, 875, pp. 162555. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162555>.

- Mohammad, M.J. and B.M. Athamneh., 2004. Changes in soil fertility and plant uptake of nutrients and heavy metals in response to sewage sludge application to calcareous soils. *Agron. J.* 3: pp. 229-236.
- Monge-Pérez, J.E. and Loría-Coto, M.L., 2018. Producción de chile dulce (*Capsicum annuum*) en invernadero: efecto de densidad de siembra y poda. *Posgrado y Sociedad Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado*, 16(2), pp. 19-38. <https://doi.org/10.22458/rpys.v16i2.2269>.
- Monge-Pérez, J.E. and Loría-Coto, M.L., 2021. Producción de chile dulce en invernadero: correlación entre densidad de siembra y variables de rendimiento. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), pp. 161-177. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i2.4983>.
- Monge-Pérez, J.E., Elizondo-Cabalceta, E. and Loría-Coto, M., 2021. Correlación y análisis de coeficiente de sendero en chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero. *Revista Tecnología En Marcha*, 35(1), pp. 128–139. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5335>.
- Moore, A.D., Smith, E., Bary, A. and Sullivan, D.M., 2022. Biosolids processing effect on sulfur plant availability. *Soil Science Society of America Journal*, 86(3), pp. 714-727. <https://doi.org/10.1002/saj2.20379>.
- Nandini, M.L.N., Srinivasulu, B., Gopal, K., Ruth, C., Devi, P.R., Babu, M.R. and Padmaja, V.V., 2022. Effect of date of planting on pest and viral disease incidence on bell pepper (*Capsicum annuum* var *grossum* Sendt.) under naturally ventilated polyhouse. *The Pharma Innovation Journal*, 11(11), pp. 498-501.
- Nicholson, F., Bhogal, A., Taylor, M., McGrath, S., and Withers, P, 2018. Long-term effects of biosolids on soil quality and fertility. *Soil Science*, 183(3), pp. 89-98. <https://doi.org/10.1097/SS.000000000000239>.

- Obreza, T.A. and O'Connor, G.A., 2003. The basics of biosolids application to land in Florida. *University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences*, EDIS.
- O'Connor, G.A., Elliott, H.A., Basta, N.T., Bastian, R.K., Pierzynski, G.M., Sims, R.C. and Smith, J.E., 2005. Sustainable land application: *An overview*. *Journal of Environmental Quality*, 34(1), pp. 7-17. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0007>.
- Ozores-Hampton, M., Bryan, H.H., Schaffer, B. and Hanlon, E.A. 1994b. Nutrient concentrations, growth, and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. *HortScience*, 29(7), pp. 785-788. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.7.785>.
- Ozores-Hampton, M., H.H. Bryan and R. McMillan. 1994a. Suppressing disease in field crops. *BioCycle*. 35(7), pp. 60-61.
- Ozores-Hampton, M., Stansly, P.A. and Obreza, T.A., 2000. 298 Biosolids and Soil Solarization Effects on Bell Pepper (*Capsicum annuum*) Production and Soil Fertility in a Sustainable Production System. *HortScience*, 35(3), pp. 443A-443. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.3.443A>.
- Parisi, M., Alioto, D., and Tripodi, P., 2020. Overview of biotic stresses in pepper (*Capsicum spp.*): Sources of genetic resistance, molecular breeding and genomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), pp. 2587.
- Poornima, S., Manikandan, S., Karthik, V., Balachandar, R., Subbaiya, R., Saravanan, M. and Pugazhendhi, A., 2022. Emerging nanotechnology based advanced techniques for wastewater treatment. *Chemosphere*, 333(3), pp. 135050. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135050>.

- Shaheen, S.M., Shams, M.S., Elbehiry, F.A. and Ibrahim, S.M., 2012. Influence of stabilized biosolids application on availability of phosphorus, copper, and zinc. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1155/2012/817158>.
- Singh, R.P. and Agrawal, M., 2008. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste management*, 28(2), pp. 347-358. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.010>.
- Stoffella, P.J., Ozores-Hampton, M., Roe, N.E., Li, Y. and Obreza, T.A., 2001. Compost utilization in vegetable crop production systems. *In IX International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops*, 607, pp. 125-128.
- Tun-Suárez, J.M., Castillo-Peraza, M.E., Cristóbal-Alejo, J. and Latournerie-Moreno, L., 2011. Etiología de la mancha foliar del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) y su control in vitro en Yucatán, México. *Fitosanidad*, 15(1), pp. 05-10.
- Vani, V.M., Revathi, K. and Srilatha, P., 2023. Impact of on farm trial on integrated pest management practices in chilli (*Capsicum annuum* L.) in Krishna district of Andhra Pradesh. *The Pharma Innovation Journal*, 12(5), pp. 3190-3192.
- Venegas, C., Sánchez-Alfonso, A.C., Celis, C., Vesga, F.J. and Méndez, M.G., 2021. Management Strategies and Stakeholders Analysis to Strengthen the Management and Use of Biosolids in a Colombian Municipality. *Sustainability*, 13(21), pp. 12180. <https://doi.org/10.3390/su132112180>.
- Yadav, D.S., Kumar, V. and Yadav, V., 2009. Effect of organic farming on productivity, soil health and economics of rice (*Oryza sativa*)–wheat (*Triticum aestivum*) system. *Indian Journal of Agronomy*, 54(3), pp. 267-271.
- Yankova, V., Todorova, V., and Markova, D., 2021. Evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions for infestation by pests. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27(2), pp. 350-356.

II. CAPÍTULO 2.

EFFECTO DEL ABONADO CON BIOSÓLIDO EN EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO E INCIDENCIA DE PLAGAS EN CULTIVO DE CHILE

X'CATIK (*Capsicum annuum* L.)

EFFECT OF FERTILIZING WITH BIOSOLID ON THE PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR AND INCIDENCE OF PESTS IN CROPS OF CHILE X'CATIK

(*Capsicum annuum* L.)

Fátima del R. Yam-Herrera¹, Esaú Ruiz-Sánchez^{1*}, Joaquín Sergio López-Vázquez¹,
Juan Díaz-Mayo¹, J. Ismael Tucuch-Haas², Luis Latournerie-Moreno¹, Angel M.
Herrera-Gorocica¹

¹Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal. Avenida Tecnológico s/n. C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Mocochoá. km 25 antigua carretera Mérida-Motul. CP. 97454. Mocochoá, Yucatán, México.

*Corresponding author: esau.ruizi@tconkal.edu.mx

2.1. RESUMEN

Antecedentes. El aprovechamiento agrícola de los biosólidos permite suministrar a las plantas nutrientes para su desarrollo. **Objetivo.** Evaluar el efecto del abonado con diferentes niveles de biosólido porcino en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en chile X'catik. **Metodología.** El experimento se realizó en invernadero, a través de un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron tres diferentes niveles de biosólido (500, 750 y 1000 g planta⁻¹) y el control (sin biosólido). Para la fertilización del cultivo se usó la fórmula 180-120-100. **Resultados.** Las plantas tratadas con 750 g de biosólido tuvieron mayor tasa de asimilación neta de carbono (A_N) y menor nivel de carbono intracelular (C_i), así también se observó tendencia hacia el incremento en las variables de rendimiento. La densidad poblacional de *Bemisia tabaci*, así como el daño por *Poliphagotarsonemus latus* fue similar entre los tratamientos. **Implicación.** El uso de

biosólido porcino en la agricultura representa una opción viable para mejorar las condiciones fisiológicas y potencialmente incrementar rendimiento en hortalizas. **Conclusión.** La aplicación de 750 g planta⁻¹ de biosólido porcino mejoró los parámetros fisiológicos en las plantas de chile X'catik, no tuvo efecto en el daño por plagas, pero mostró una fuerte tendencia al incremento del rendimiento.

Palabras clave: Abono orgánico, *Bemisia tabaci*, *Polyphagotarsonemus latus*, Producción de chile.

2.1.1. ABSTRACT

Background. The use of biosolids in agriculture allows to supply essential nutrients for the plant development. **Objective.** To evaluate the effect of supplying swine biosolids on the physio-agronomic characteristics and incidence of pests in X'catik pepper. **Methodology.** The experiment was carried out under greenhouse conditions and set in a randomized block experimental design with four replicates. Three different levels of biosolids were evaluated (500, 750 and 1000 g plant⁻¹) and the control (no supply of biosolid). **Results.** Plants treated with 750 g de biosólido had the highest net carbon assimilation rate (A_N) and the lowest intracellular carbon (C_i), likewise, there was a trend of higher values for the yield components in this treatment. The population density of *B. tabaci* and the damage by *Poliphagotarsonemus latus* was similar among treatments. **Implications.** The use of swine biosolid in agriculture represent a feasible alternative to enhance the plant physiological condition and potentially the yield in horticultural crops. **Conclusion.** The supply of 750 g plant⁻¹ of swine biosolid improved the physiological parameters in the X'catik pepper plants, had no effect on pest damage, but showed a strong tendency to increase yield.

Keywords: Organic fertilizer, *Bemisia tabaci*, *Polyphagotarsonemus latus*, Chili production.

Primer autor: fatimayam@outlook.com









*Corresponding author: esau.ruizi@tconkal.edu.mx

Revista: Tropical and Subtropical Agroecosystems

III. CAPÍTULO 3

Efecto del biosólido porcino en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en chile dulce (*Capsicum annuum* L.)

Effect of porcine biosolid on the physiological behavior and incidence of pests in chile dulce (*Capsicum annuum* L.)

Fátima del Rosario Yam-Herrera¹ , Jorge Ismael Tucuch-Haas^{2*} , Esaú Ruiz-Sánchez¹ , René Garruña-Hernández³ , Joaquín Sergio López-Vázquez¹ , Juan Díaz-Mayo¹ , Luis Latournerie-Moreno¹ , Angel M. Herrera-Gorocica¹ 

¹ Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal. Avenida Tecnológico s/n. C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México Departamento/Facultad, División, Campus, Universidad/Institución.

^{2*} Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Mocochoá. km 25 antigua carretera Mérida-Motul. CP. 97454. Mocochoá, Yucatán, México.

³ CONACYT-Tecnológico Nacional de México, Campus Conkal. Avenida Tecnológico s/n. CP 97345, Conkal, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: leamsi182@hotmail.com

3.1. Resumen:

El aprovechamiento agrícola de los biosólidos permite suministrar nutrientes a las plantas, debido a ello se valuó el efecto del abonado con diferentes niveles de biosólido porcino en el comportamiento fisiológico e incidencia de plagas en chile dulce. El experimento se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron diferentes niveles de biosólido (500, 750 y 1000 g planta⁻¹) y el control (sin biosólido). Las plantas tratadas con 500 g de biosólido tuvieron mayor tasa de asimilación neta de carbono (An) y menor nivel de carbono intracelular (Ci), también se observó una tendencia hacia el incremento en las variables de rendimiento en plantas tratadas con 500 y 750 g de biosólido. La densidad poblacional de *Bemisia tabaci*, fue menor en el control comparado con los tratamientos, sin embargo, las plantas tratadas con 1000 g de biosólido tuvieron menor incidencia y daño por *Poliphagotarsonemus latus*.

Palabras-clave: Abono orgánico, *Bemisia tabaci*, *Polyphagotarsonemus latus*, Producción de chile.

3.1.1. Abstract:

The agricultural use of biosolids allows supplying nutrients to the plants, due to this, the effect of fertilizing with different levels of porcine biosolids on the physiological behavior and incidence of pests in sweet chili was evaluated. The experiment was carried out under a randomized block experimental design with four repetitions. Different levels of biosolids (500, 750 and 1000 g plant⁻¹) and the control (without biosolids) were evaluated. The plants treated with 500 g of intracellular carbon (Ci), a trend towards an increase in the yield variables was also observed in plants treated with 500 and 750 g of biosolid. The population density of *Bemisia tabaci* was lower in the control compared to the treatments, however, the plants treated with 1000 g of biosolid had lower incidence and damage by *Polyphagotarsonemus latus*.

Keyword: Organic fertilizer, *Bemisia tabaci*, *Polyphagotarsonemus latus*, Chili production.

Primer autor: fatimayam@outlook.com

*Autor de correspondencia: leamsi182@hotmail.com

Revista: Acta Universitaria

Recibido en dd/mm/aaaa

Aceptado en dd/mm/aaaa