

ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* (L.) Merr.) EN VERACRUZ, MÉXICO ¹

AGROECOLOGICAL ZONIFICATION OF THE PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L.) Merr.) CROP IN VERACRUZ, MÉXICO

Polo-Villalobos, D.^{1*}; Ramírez-Seañez, A.R²; López-Collado, C. J.¹

¹*Colegio de Postgraduados, Programa de Doctorado en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales, Campus Veracruz, Km. 88.5 carretera federal Xalapa, Veracruz, predio Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.*

²*Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria, CP. 68400. Loma Bonita, Oaxaca, México.*

* E-mail: polo.daniela@colpos.mx

Fecha de envío: 20, 05, 2025

Fecha de publicación: 20, julio, 2025

Resumen:

El cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) representa una actividad agroeconómica estratégica para México, especialmente en el estado de Veracruz, líder nacional en producción. Ante los desafíos del cambio climático y la presión sobre los recursos naturales, el propósito de este trabajo fue identificar las zonas agroecológicamente aptas para su cultivo mediante herramientas de zonificación agroecológica. El estudio se desarrolló en la región del Bajo Papaloapan durante 2024, utilizando criterios edafoclimáticos y de aptitud agroecológica documentados por la FAO y literatura científica nacional. Se analizaron variables como precipitación, temperatura, altitud y latitud, así como la distribución de la producción actual. Los resultados evidencian que amplias zonas del sur de Veracruz presentan condiciones óptimas, aunque con riesgos asociados a temperaturas extremas y distribución irregular de lluvias. La zonificación agroecológica permite orientar la planificación territorial y la toma de decisiones productivas en contextos de sostenibilidad y adaptación climática.

Palabras clave: planificación agrícola, evaluación de tierras, condiciones edafoclimáticas, adaptación al cambio climático, potencial productivo.

¹ Proyecto académico desarrollado en el marco del curso de Zonificación Agroecológica del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

Abstract:

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is a strategic agro-economic crop in Mexico, especially in Veracruz, the leading national producer. Facing challenges from climate change and environmental stress, this study aims to identify agroecologically suitable areas for pineapple cultivation through agroecological zoning tools. The study was conducted in the Bajo Papaloapan region during 2024, using edaphoclimatic and agroecological criteria documented by the FAO and national literature. Variables such as precipitation, temperature, altitude, and latitude were analyzed, along with the current production distribution. The results show that large areas in southern Veracruz are suitable for cultivation, although risks persist due to extreme temperatures and uneven rainfall distribution. Agroecological zoning contributes to territorial planning and sustainable decision-making in climate adaptation scenarios.

Keywords: agricultural planning, land suitability assessment, edaphoclimatic conditions, climate change adaptation, productive potential.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) es de gran importancia económica en regiones tropicales y subtropicales (Paramesha et al., 2025). En México, esta fruta ocupa el noveno lugar a nivel mundial en producción, con aproximadamente 1,271,912 toneladas en 2023 (SIAP, 2023b). Su principal destino de exportación es Estados Unidos, con un valor superior a 30 millones de dólares (SADER, 2021). Su popularidad responde a su contenido nutricional, así como a sus usos potenciales en bioenergía y estudios genéticos (Lobo & Yahia, 2017; Polo-Villalobos et al., 2023).

El cambio climático ha generado desafíos importantes para su producción, incluyendo variaciones en las precipitaciones, aumentos de temperatura y fenómenos extremos como tormentas y lluvias torrenciales (FAO, 2023). En este contexto, la zonificación agroecológica representa una herramienta estratégica para identificar áreas aptas para su cultivo, considerando aspectos físicos, biológicos, sociales y económicos (Jinés-León & Eitzinger, 2021; Olivares & Hernández, 2019).

Esta metodología permite organizar el territorio en unidades homogéneas, facilitando la planificación agrícola y la toma de decisiones en escenarios de incertidumbre climática (González-González & Hernández-Santana, 2016). Además, contribuye a garantizar el uso eficiente del suelo y mejorar los rendimientos mediante la adaptación a condiciones específicas de cada región (Akpa et al., 2025).

En México, el estado de Veracruz se destaca como el principal productor nacional de piña, con 839,810 toneladas registradas en 2022 (SIAP, 2023a).

Este trabajo tuvo como objetivo definir las áreas agroecológicamente aptas para el cultivo de piña en Veracruz, con el fin de proporcionar insumos técnicos útiles para la planificación territorial y el fortalecimiento de iniciativas agrícolas en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante el primer semestre de 2024 en el estado de Veracruz, México, centrándose en la región del Bajo Papaloapan, reconocida por su relevancia en la producción nacional de piña. Se aplicó el enfoque de zonificación agroecológica con base en metodologías propuestas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1997) y adaptaciones utilizadas en estudios recientes sobre evaluación territorial (Olivares & Hernández, 2019a).

Se integraron datos secundarios sobre variables climáticas y geográficas, incluyendo altitud, latitud, precipitación media anual y temperatura promedio, obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023a) y de otras fuentes técnicas. Estos parámetros fueron comparados con los rangos óptimos reportados para el cultivo de *A. comosus* en la literatura especializada (Paull & Duarte, 2011; Ruiz et al., 2013).

El análisis espacial se realizó mediante el software de código abierto QGIS®, versión 3.28. Se elaboraron capas temáticas ráster y vectoriales para representar cada una de las variables edafoclimáticas y su distribución geográfica. La aptitud agroclimática se clasificó en cinco categorías (óptima, alta, media, baja y no apta) mediante operaciones de reclasificación y superposición espacial (overlay) que permitieron integrar los distintos criterios en un modelo sintético de aptitud territorial. Finalmente, se validaron las zonas resultantes mediante la superposición con áreas reportadas actualmente como productoras de piña en estadísticas oficiales, lo cual permitió ajustar la delimitación y verificar la correspondencia territorial con la realidad agrícola observada en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La región del Bajo Papaloapan se encuentra dentro del rango latitudinal óptimo para el desarrollo del cultivo de *A. comosus*. Las principales zonas productoras se ubican entre los 18° y 19° latitud norte, lo que concuerda con los rangos geográficos reportados para este cultivo en América Latina (Uriza-Ávila et al., 2018) (Figura 1).

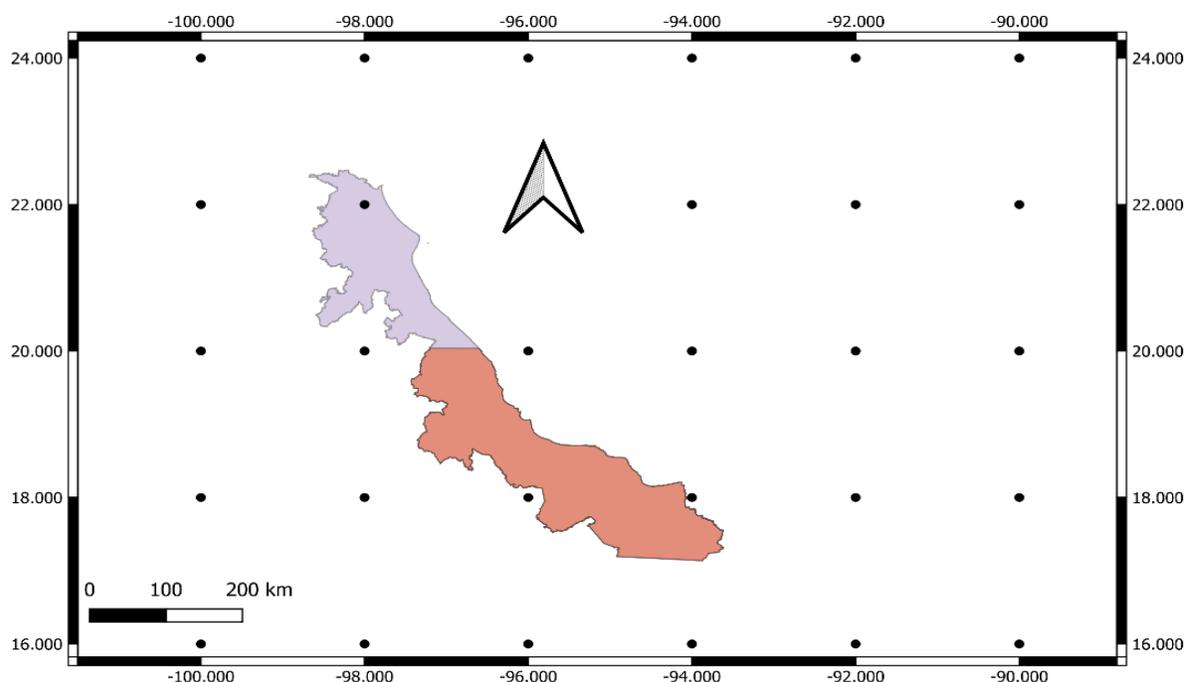


Figura 1. Latitud para el cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 1. Latitude suitability for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

La precipitación promedio anual en la región se ubicó entre 1000 y 1800 mm, con una distribución aceptable para el desarrollo del cultivo. Esta condición permite satisfacer los requerimientos hídricos de *A. comosus*, aunque se advierte que su éxito depende de una adecuada distribución de las lluvias a lo largo del año (Figura 2).

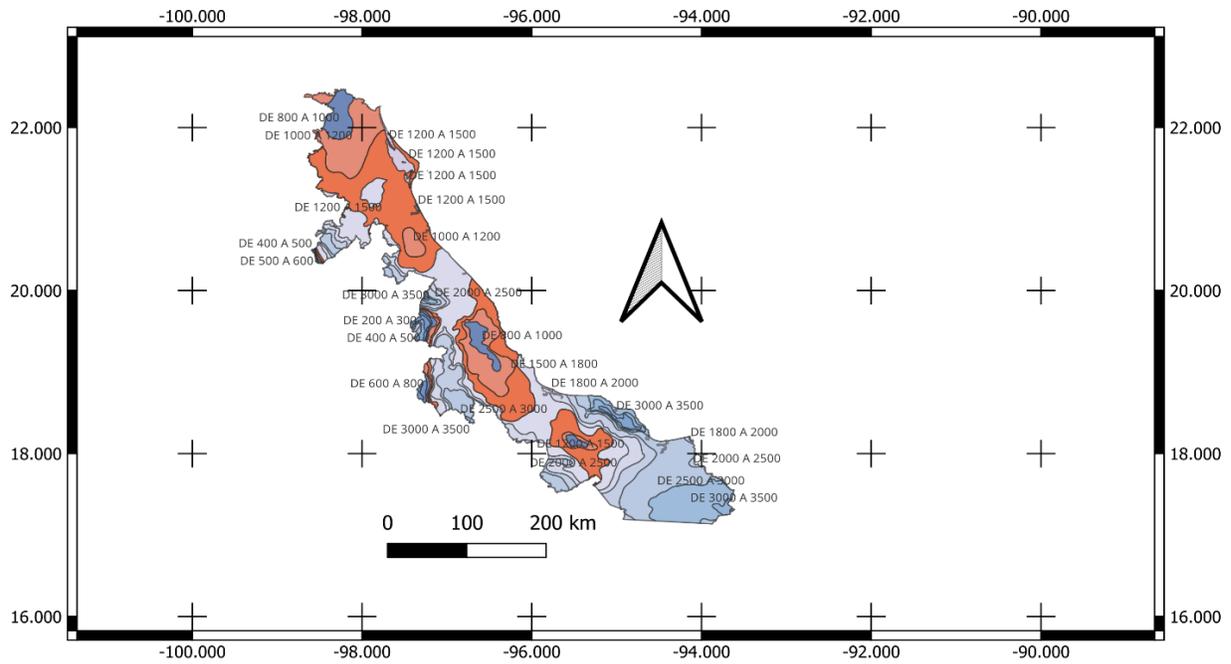


Figura 2. Precipitación óptima para el cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 2. Optimal precipitation for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

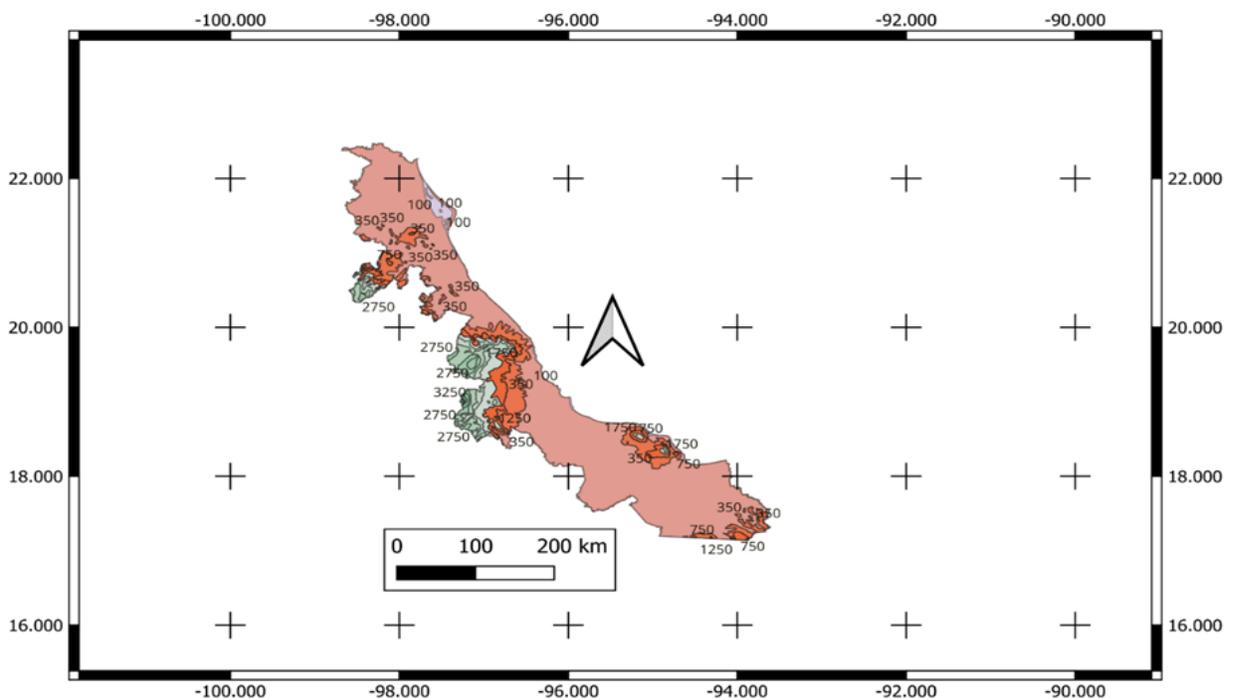


Figura 3. Altitud óptima para el cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 3. Optimal altitude for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

Las áreas de altitud comprendidas entre 30 y 80 msnm resultaron las más adecuadas para el cultivo. Estas elevaciones coinciden con las zonas actuales de producción en Veracruz y proporcionan condiciones térmicas estables para el desarrollo vegetativo y reproductivo de *A. comosus* (Figura 3).

Respecto a la temperatura, se identificó que las zonas con temperaturas medias anuales entre 23 y 30 °C coinciden con los valores recomendados para una producción eficiente. No obstante, se han reportado temperaturas extremas de hasta 44 °C en primavera-verano, lo que representa un riesgo para la calidad del fruto y puede requerir manejo agronómico específico (Figura 4).

El análisis espacial realizado en QGIS permitió integrar todas las variables en un modelo de aptitud agroclimática. La clasificación en cinco categorías (óptima, alta, media, baja y no apta) reveló que gran parte de la región presenta condiciones favorables para la producción sostenible (Figura 5).

Posteriormente, se generó una capa sintética con base en las variables integradas y se aplicó un análisis de superposición espacial. El resultado permitió identificar con mayor precisión las zonas de alto potencial productivo y sus límites territoriales (Figura 6).

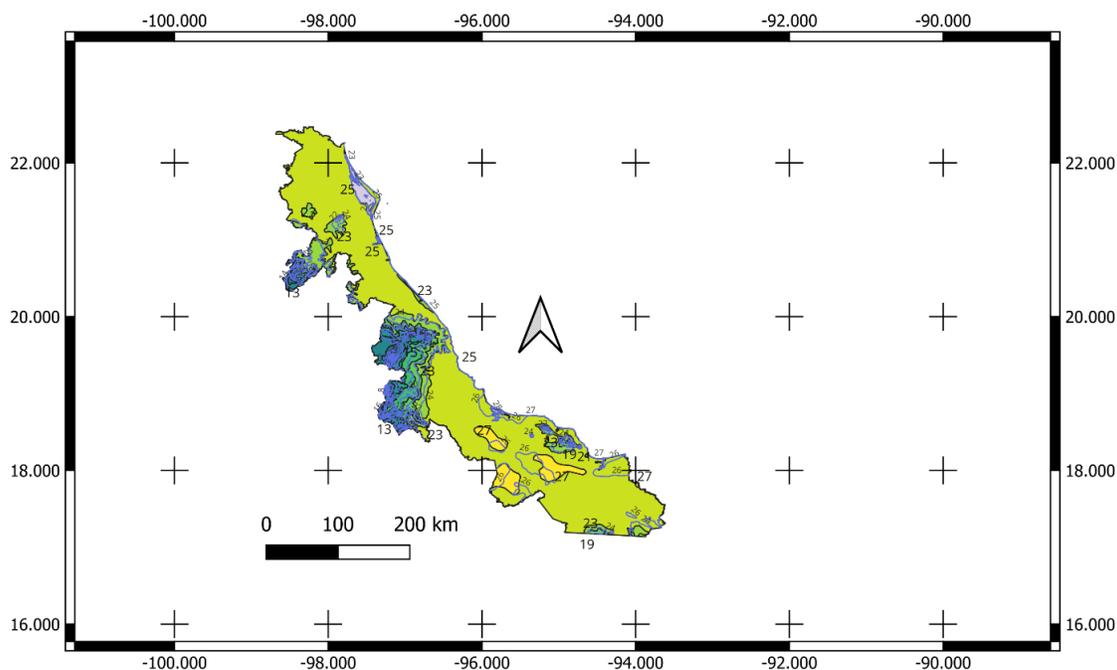


Figura 4. Temperatura adecuada para el cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 4. Suitable temperature for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

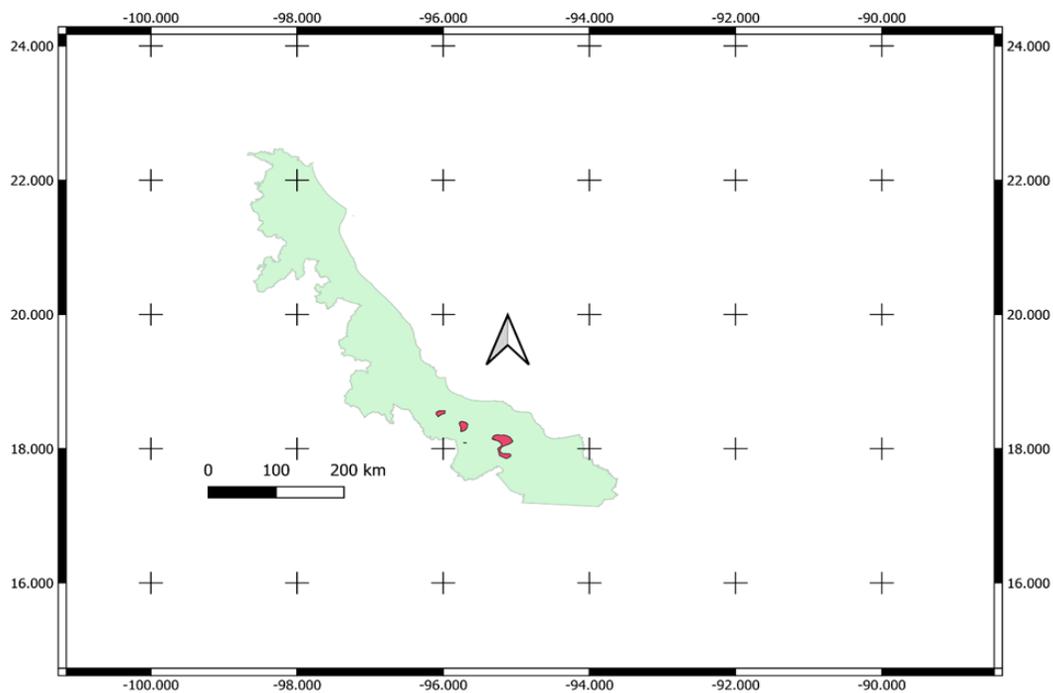


Figura 5. Aptitud agroclimática del cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 5. Agroclimatic suitability for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

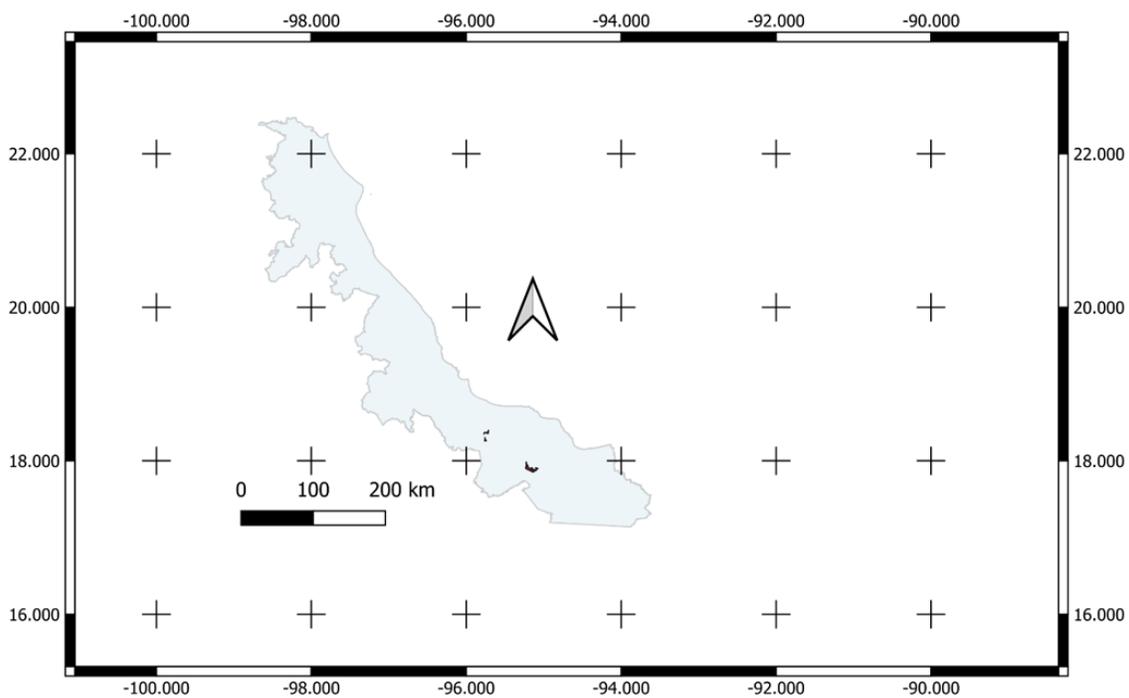


Figura 6. Aptitud agroecológica del cultivo de piña en Veracruz, México. 2024.

Figure 6. Agroecological suitability for pineapple crop in Veracruz, Mexico. 2024.

Finalmente, se integró una imagen satelital como fondo para visualizar con mayor realismo la relación entre las zonas aptas y la ocupación actual del suelo, facilitando su interpretación territorial (Figura 7). Esta visualización permite identificar la ubicación estratégica de las zonas aptas dentro del corredor agroproductivo del sur de Veracruz, así como su conectividad con regiones vecinas como Oaxaca, Tabasco y Puebla. Esta representación facilita la comprensión del alcance regional de los resultados obtenidos y puede servir como insumo para decisiones de política pública orientadas a la planeación territorial multiescalar.

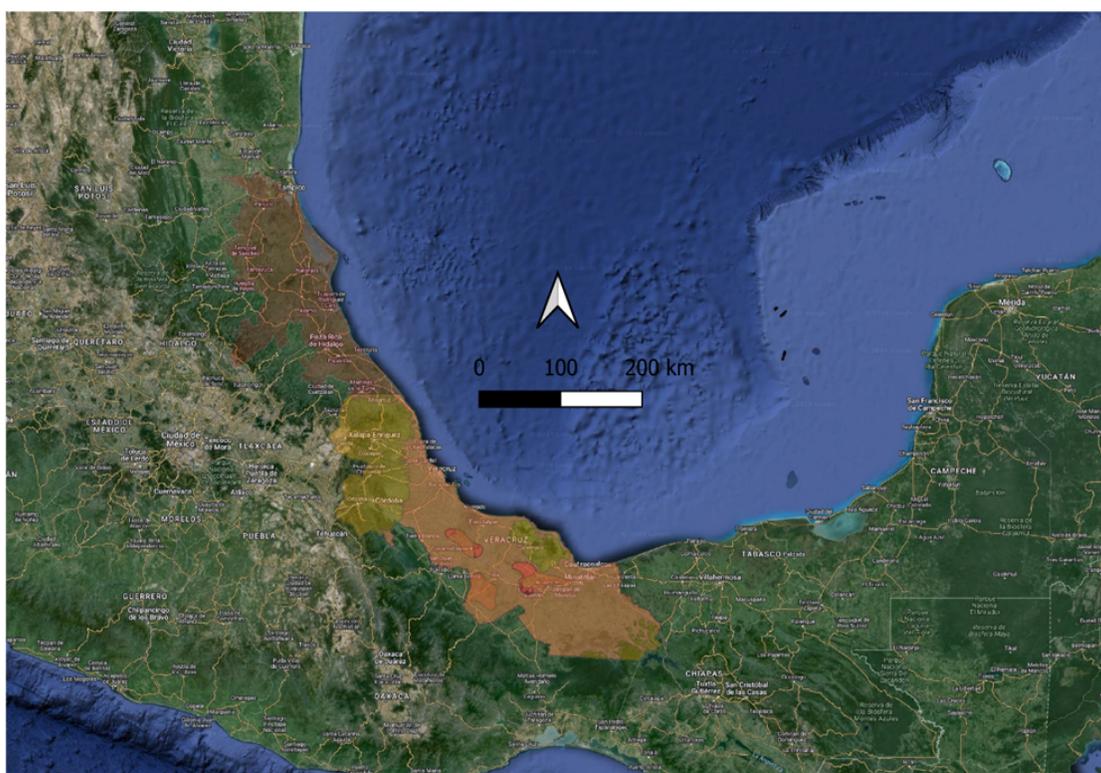


Figura 7. Resultado anterior con imagen satelital de fondo. Veracruz, México. 2024.

Figure 7. Same result with satellite imagery background. Veracruz, Mexico. 2024.

Estos resultados coinciden con estudios previos realizados en México y América Latina, donde se ha demostrado que la zonificación agroecológica mejora la planificación productiva y reduce los riesgos asociados al cambio climático (Choque-Sunagua et al., 2023; Fernández-Vergara & Huamaní-Moreno, 2021).

En conjunto, los resultados evidencian que la zonificación agroecológica constituye una herramienta útil para orientar decisiones territoriales en contextos agrícolas complejos como el de Veracruz. La integración de variables climáticas y geográficas permitió identificar zonas con alto potencial productivo para el cultivo de *A. comosus*, lo cual contribuye a reducir la incertidumbre frente a los efectos del cambio climático y promueve un manejo más estratégico del territorio. Esta información no solo apoya la planificación agrícola regional, sino que también fortalece las bases técnicas para la transición hacia sistemas productivos sostenibles y resilientes.

CONCLUSIÓN

El proceso de zonificación agroecológica permitió generar información técnica relevante para orientar la planificación territorial del cultivo de piña en Veracruz. La integración de variables edafoclimáticas mediante herramientas geoespaciales facilitó la identificación de zonas con alto potencial productivo bajo criterios de sostenibilidad. Estos insumos fortalecen la toma de decisiones estratégicas para mejorar la gestión agrícola, anticiparse a riesgos climáticos y promover una expansión productiva compatible con el entorno.

Agradecimientos

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, por el acompañamiento académico brindado durante el desarrollo de este trabajo. De igual forma, reconoce el apoyo del profesorado del curso de Zonificación Agroecológica, cuya orientación técnica fue clave para consolidar esta investigación aplicada.

LITERATURA CITADA

- Akpa, E. A., Okon, P. B., & Abam, P. O. (2025). Application of erodibility nomograph from universal soil loss equation in the assessment of soil erosion in two agroecological zones. *Discover Soil*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s44378-025-00038-3>
- Choque Sunagua, S., Argandoña, F. K., Ortiz Zarate, A., Calderón Acebey, D. L., Muñoz Quisberth, Á., & Miranda Cuevas, S. (2023). *Zonificación agroecológica (ZAE) para Bolivia* (Documento de trabajo No. 04/23). SDSN Bolivia; Conservation Strategy Fund; Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. Recuperado de <https://econpapers.repec.org/paper/iadsdsnwp/0423.htm>

- FAO. (1997). Zonificación agro-ecológica. Guía general. In *Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas* (Vol. 73).
- FAO. (2023). *Creando cadenas de valor mundiales responsables para frutas tropicales sostenibles*.
- Fernández, D. M. y Huamani, M.E. (2021). Zonificación agroecológica como un sistema de información geográfica para los cultivos de cebada (*Hordeum vulgare.*), maíz (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum*) y papa (*Solanum tuberosum*) en el distrito de Quishuar- Huancavelica
- González-González, H. A., & Hernández-Santana, J. R. (2016). Agroecological zoning of *Coffea arabica* in the Atoyac de Álvarez municipality, Guerrero state, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía*, 2016(90), 105–118. <https://doi.org/10.14350/rig.49329>
- Jinés-León, A., & Eitzinger, A. (2021). *Identificación de las zonas de ladera aptas para el cultivo de piña md2 en el territorio del Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80911>
- Lobo, M. G., & Yahia, E. (2017). Biology and postharvest physiology of pineapple. *Handbook of pineapple technology: production, postharvest science, processing and nutrition*, 39-61. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch3>
- Olivares, B. O., & Hernández, R. A. (2019). Sectorización ecoterritorial para la producción agrícola sostenible del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Carabobo, Venezuela. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 323–338. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1462>
- Paramesha, V., Kumar, P., Francaviglia, R., Nath, A. J., Mishra, G., Kumar, R. M., ... & Rakhunde, S. (2025). Evaluating land use and climate change effects on soil organic carbon. A simulation study in coconut and pineapple systems in west coast India. *Catena*, 248, 108587. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108587>
- Paull, R. E., & Duarte, O. (2011). Pineapple. In *Tropical Fruit* (2 nd, pp. 327–365).
- Polo-Villalobos, D., Figueroa-Rodríguez, K. A., & Escobar-Gutiérrez, A. J. (2023). Why do we need more research on pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.)? A discussion based on a bibliometric review. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 45, e-090. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452023090>
- QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System* (Versión 3.28). Open Source Geospatial Foundation. Recuperado de <https://qgis.org>
- Ruiz C., J. A., Medina, G., I. J. González A., H.E. Flores, Ramírez, G. O., Ortiz, C. T., Flores, H. E., Byerly, K. F., & Martínez, P. R. A. (2013). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco.
- SADER. (2021). *Crece 16.2% producción de piña en México durante 2020*.

SIAP. (2023a). *Avance de Siembras y Cosechas*. Avance Agrícola. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (Consultada el 24 enero de 2024)

SIAP. (2023b). *Producción mensual agrícola*. Avance de Siembras y Cosechas.

Uriza-Ávila, D. E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Zetina-Lezama, R., & Rebolledo-Martínez, A. (2018). La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. *Colección Trópica Húmeda*. Chapingo, Estado de México. México: UACH.

