PUEBLA GOBIERNO DEL ESTADO 2024 - 2030 | Finanzas Secretaría de Planeación, Finanzas y Administración | POR AMOR A PUEBLA | Transformar en Grande |

TRANSFORMACIÓN SOSTENIBLE

POR EL PLANETA

Agave: Tecnología, Sustentabilidad y Aprovechamiento Bioactivo

Universidad Interserrana del Estado de Puebla - Chilchotla

Rocio Sosa Torres

SDS SEMANA DEL Desarrollo Sostenible PUEBLA 2026

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

1. Objetivo del proyecto.

Describa de manera clara y concisa el objetivo general del proyecto (máximo 150 palabras).

Desarrollar un modelo integral de estudio, caracterización y aprovechamiento del agave en regiones de Puebla, mediante el uso de drones, imágenes computacionales e inteligencia artificial para la identificación y mapeo de especies. A partir de este proceso, se busca documentar el conocimiento generado mediante el compendio de agaves de Puebla y el manual de usos del maguey pulquero, así como fortalecer su valorización a través del análisis de compuestos bioactivos, como saponinas y fructooligofructanos. Asimismo, el proyecto integra acciones de aprovechamiento agroindustrial, estudios para aprovechamiento de vinaza de mezcal y el desarrollo de un diccionario digital en ambiente web, con el propósito de conservar, sistematizar y difundir información científica, tecnológica y productiva sobre el agave.

2. Temática que atiende el proyecto.

Marcar con una "X" la o las temáticas que atiende su proyecto.
En caso de que el proyecto atienda más de una temática, señale la temática principal.

Acción climática y resiliencia		Gestión integral del agua		Producción y consumo responsable		Conservación de ecosistemas terrestres	X

3. Objetivos de Desarrollo Sostenible que atiende el proyecto.

Marcar con una "X" el o los ODS que atiende su proyecto.

1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	X
13	14	15	16	17		

Describa brevemente cómo se vincula con los ODS seleccionados.

El proyecto se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible al promover el aprovechamiento integral, sustentable e innovador del agave como recurso natural, productivo y científico. Contribuye al ODS 9, Industria, innovación e infraestructura, mediante el uso de drones, imágenes computacionales, inteligencia artificial y plataformas web para la identificación, mapeo y sistematización de especies. Asimismo, se relaciona con el ODS 12, Producción y consumo responsables, al impulsar el aprovechamiento agroindustrial del agave, el estudio de compuestos bioactivos y la valorización de residuos como la vinaza de mezcal. También aporta al ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres, al documentar y conservar información sobre especies de agave presentes en Puebla. Además, fortalece el ODS 4, Educación de calidad, al generar materiales de consulta, como el compendio, el manual y el

diccionario digital, que permiten difundir conocimiento científico, tecnológico y productivo. Además, se vincula con el ODS 8, Trabajo decente y crecimiento económico, al favorecer la generación de conocimiento aplicado que puede impulsar nuevas oportunidades productivas, agroindustriales y económicas en torno al aprovechamiento del agave en las regiones de Puebla.

4. Descripción del proyecto

En un máximo de 250 palabras describa su proyecto, donde deberá responder a las siguientes preguntas: ¿En qué consiste?, ¿Dónde se implementa o se implementó?, ¿Quién es la institución responsable?, ¿Quiénes fueron los beneficiarios/as? ¿Cómo contribuyó a resolver un problema de desarrollo en su territorio?, ¿Cuáles líneas de trabajo podrían compartir a través de la cooperación?

El proyecto "Agave: Tecnología, Sustentabilidad y Aprovechamiento Bioactivo" consiste en el desarrollo de un modelo integral para el estudio, caracterización, documentación y aprovechamiento del agave en el estado de Puebla. Se implementó en los municipios de Chilchotla, Guadalupe Victoria, La Trinidad, Francisco I. Madero y González Ortega, con el propósito de identificar la presencia, diversidad y potencial productivo de esta planta y de otras especies de agave presentes en la región.

Los responsables fueron los integrantes del Cuerpo Académico Manejo Ecoeficiente de los Recursos Naturales de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Chilchotla, con la participación de estudiantes y productores.

Los beneficiarios del proyecto son el público en general, productores, estudiantes titulados, el sector agroindustrial y la comunidad académica interesada en el estudio y aprovechamiento del agave. El proyecto contribuye a atender la pérdida y el desconocimiento del potencial de esta planta en la región, mediante la generación de conocimiento científico, tecnológico y productivo.

Entre sus principales resultados se encuentran el compendio de agaves, el manual de uso del maguey pulquero, el mapeo de la prevalencia de la planta en la región de Chilchotla, los estudios bioactivos de compuestos presentes en el agave, el aprovechamiento agroindustrial y el desarrollo de un diccionario web del agave. Las líneas de trabajo que pueden compartirse mediante cooperación son la documentación de especies, el estudio de compuestos bioactivos y el análisis de su prevalencia en otras regiones.

5. Tiempo en el cual se ha llevado a cabo el proyecto.

Indique el periodo durante el cual se ha desarrollado el proyecto, señalando la fecha de inicio y, en su caso, la fecha de conclusión o el tiempo que lleva en operación.

Inició el 1° de septiembre 2019 y continúa vigente hasta la fecha.

6. Cobertura territorial

Describa el alcance geográfico del proyecto (Estatal, Regional, Municipal, Comunitario)
Indicar municipios o localidades atendidas.

El proyecto tiene una cobertura regional y comunitaria en el estado de Puebla. Sus acciones se han concentrado en los municipios de Chilchotla y Guadalupe Victoria, con énfasis en la zona alta de Chilchotla y en las localidades de Acocomotla, La Trinidad, Vicente Guerrero, Francisco I. Madero y González Ortega. En estos territorios se realizaron recorridos de campo, registros geográficos y capturas de imágenes aéreas mediante dron para identificar la presencia, distribución y condiciones de desarrollo de plantas de agave en diferentes tipos de relieve, vegetación y áreas agrícolas. La cobertura también comprende la vinculación con productores y comunidades locales, así como el procesamiento y análisis de la información en la Universidad Interserrana del Estado de Puebla - Chilchotla. Por su metodología, el proyecto puede ampliarse a otras localidades poblanas con presencia de agave.

7. Logros y alcances durante el tiempo de ejecución del proyecto.

Describa los principales logros y alcances obtenidos durante la ejecución del proyecto. Incluya los resultados más relevantes, las metas alcanzadas y, de ser posible, información cuantitativa que permita evidenciar el impacto de las acciones realizadas.

Desde su inicio en 2019, el proyecto ha consolidado una línea multidisciplinaria de investigación, conservación y aprovechamiento sustentable del agave. Entre sus principales logros se encuentran la conclusión de tres tesis de licenciatura desarrolladas entre 2022 y 2024

En materia de documentación y transferencia del conocimiento, se publicaron el compendio “Agaves de Puebla” (2023) y el “Manual de uso del Agave pulquero Agave spp. (tradicional y potencial)” (2024), ambos editados por CONCYTEP y registrados con ISBN. Asimismo, se elaboraron mapas de distribución en cuatro localidades del municipio de Chilchotla, se identificó a *Agave salmiana* como la especie predominante y se generó un banco de 237 imágenes aéreas para el desarrollo y optimización de un algoritmo de reconocimiento mediante visión computacional. También se desarrolló AGAVIA v1, plataforma web actualmente en fase de prueba.

Los estudios de laboratorio permitieron identificar y cuantificar glucosa, fructosa, fructooligofructanos y saponinas presentes en las pencas. En Acocomotla y Vicente Guerrero se obtuvieron rendimientos de saponinas de 0.364 mg/mL. Además, se desarrollaron líneas experimentales sobre productos nutracéuticos, harina de agave, bioetanol y análisis microbiológico.

Los resultados se han difundido en congresos estatales, nacionales e internacionales. Destacan un segundo lugar con 90.5 puntos en 2022, un tercer lugar en 2023 y la participación como ponentes en el Primer Congreso Estatal de Agave y Mezcal de Puebla en 2024.

8. Innovación

Describa los elementos innovadores presenta el proyecto y las posibilidades que existen para replicarlo en otros territorios o contextos

La innovación del proyecto radica en la integración de herramientas tecnológicas, biotecnológicas y de gestión del conocimiento para atender de manera integral la conservación, el monitoreo y el aprovechamiento sustentable del agave. En el componente tecnológico se emplearon drones, georreferenciación, procesamiento de imágenes y visión computacional para identificar y contabilizar ejemplares de agave en su entorno natural. A partir de un banco de 237 imágenes aéreas se ha desarrollado un algoritmo experimental que considera variables como altura de vuelo, iluminación, relieve, densidad de plantas, vegetación secundaria y estado fisiológico. Esta herramienta continúa en proceso de optimización y representa una alternativa para facilitar el diagnóstico territorial y el seguimiento de las poblaciones de agave.

Otro elemento innovador consiste en promover un modelo de economía circular mediante el aprovechamiento de las pencas y otros residuos que generalmente son descartados. El proyecto estudia su potencial para la obtención de compuestos de interés, como fructooligosacáridos y saponinas, así como para el desarrollo experimental de productos nutracéuticos, harina y bioetanol. De esta manera se busca diversificar el aprovechamiento de la planta, reducir residuos y generar nuevas alternativas productivas para las comunidades.

La innovación también comprende la sistematización y transferencia del conocimiento mediante publicaciones como Agaves de Puebla, el Manual de uso del Agave pulquero Agave spp y AGAVIA v1, plataforma digital que actualmente se encuentra en fase de prueba y que busca reunir información científica, territorial, tradicional y tecnológica relacionada con el agave.

El proyecto puede replicarse en otros territorios mediante una metodología modular que incluye el diagnóstico participativo, la generación de imágenes aéreas, la calibración local del algoritmo, la caracterización de materias primas y la difusión de resultados. Su aplicación puede ser adoptada por universidades, municipios, organizaciones de productores y comunidades rurales, ajustándose a las especies, condiciones ambientales, conocimientos tradicionales y necesidades productivas de cada región. Asimismo, la metodología de monitoreo digital podría adaptarse al estudio de otros cultivos o recursos vegetales de importancia económica y ambiental.

9. Correo electrónico.

Indique un correo electrónico de contacto vigente y de uso frecuente.

maria_hernandez@uich.edu.mx

10. Teléfono.

Indique un número de teléfono vigente y de uso frecuente.

2228 1428 23

11. Sitio Web.

Indique la dirección del sitio web oficial del proyecto, organización o institución responsable. Verifique que el enlace sea vigente y permita consultar información relacionada con las actividades, resultados o alcances del proyecto.

https://hackplanet.uich.edu.mx/agave/index.html

12. Evidencia fotográfica.

Adjunte evidencia fotográfica que permita documentar las actividades, acciones, resultados o impactos derivados de la ejecución del proyecto. Procure que las imágenes sean claras, legibles y representativas de las acciones realizadas.

Ilustración 1 Conferencias

Ilustración 2Visita a productores

Ilustración 3Visita a productores

Ilustración 4 Recorridos

Ilustración 5 Identificación de agaves

Ilustración 6 Recorridos

13. Documentos de consulta.

Adjunte los documentos, estudios, informes, publicaciones o materiales de referencia que hayan servido como sustento para el diseño, implementación o evaluación del proyecto. Procure que los archivos sean legibles y correspondan a fuentes relevantes para la iniciativa presentada.

Diversidad, identificación y distribución del agave

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2006). Agave, mezcales y diversidad.
- García-Mendoza, A. J. (2007). Los agaves de México. Revista Ciencias, núm. 87, pp. 14-23.
- Gentry, H. S. (1982). Agaves of Continental North America. University of Arizona Press.
- García-Mendoza y colaboradores (2017). Los agaves. Red Temática Mexicana para el Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves.
- Proyecto Agaves de Puebla, disponible en Naturalista-CONABIO, como fuente para consultar especies y registros georreferenciados.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Cartografía e información de localidades, uso del suelo, vegetación y características territoriales de los municipios estudiados.

Aprovechamiento agroindustrial y compuestos bioactivos

- López y colaboradores (2017). Fructanos de Agave: actualidad y perspectivas.
- Mancilla-Margalli, N. A. y López, M. G. (2006). Water-soluble carbohydrates and fructan structure patterns from Agave and Dasylirion species. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(20), 7832-7839.
- Montañez-Soto y colaboradores (2011). Extracción, caracterización y cuantificación de los fructanos contenidos en la cabeza y en las hojas del Agave tequilana Weber azul. Bioagro, 23(3), 199-206.
- Benkeblia, N. (2013). Fructooligosaccharides and fructans analysis in plants and food crops. Journal of Chromatography A, 1313, 54-61.
- Godínez-Hernández y colaboradores (2016). Extracción y caracterización de fructanos de Agave salmiana.
- Norma Mexicana NMX-F-591-SCFI-2010, relacionada con fructooligosacáridos, inulina y fructanos de agave, así como sus métodos de prueba.
- Dubois y colaboradores (1956). Método colorimétrico de fenol-ácido sulfúrico para la determinación de carbohidratos totales.

Drones, visión computacional y procesamiento de imágenes

- Cuevas, Zaldívar y Pérez (2012). Procesamiento digital de imágenes con MATLAB y Simulink.
- Flores y colaboradores (2021). Automated Agave Detection and Counting Using a Convolutional Neural Network and Unmanned Aerial Systems. Drones, 5(1), artículo 4.
- Hernández y Gulfo (2018). Procesamiento de imágenes multiespectrales adquiridas con drones para la caracterización de sistemas agroambientales.
- Calvario y colaboradores. Algoritmo para el conteo de agaves usando imágenes aéreas tomadas desde un vehículo aéreo no tripulado.
- Corona (2019). Trabajo de referencia sobre el conteo de agaves mediante imágenes aéreas obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado.
- Documentación oficial de MathWorks-MATLAB sobre tratamiento digital de imágenes, binarización, segmentación, operaciones morfológicas y la función regionprops.

Uso tradicional y sustentabilidad

- Ramírez-Manzano y colaboradores (2020). Aprovechamiento del maguey pulquero en Nanacamilpa, Tlaxcala, México. Revista Etnobiología, 18(1), 65-76.
- Nieto-Aquino y colaboradores (2006). El cultivo de maguey (Agave salmiana) en el Valle del Mezquital.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2016). Maguey: un agave que nos provee diversos productos agroalimentarios nativos.

• Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2018). El quiote y sus flores, las delicias del maguey.

Aviso de privacidad

De conformidad con la normatividad aplicable en materia de protección de datos personales, se informa a las personas participantes que los datos personales recabados a través de la presente convocatoria serán utilizados exclusivamente para la integración, registro, evaluación, seguimiento, difusión de resultados, entrega de reconocimientos y demás actividades relacionadas con la organización y desarrollo del Concurso estatal de proyectos “Transformación Sostenible por el Planeta”.