

Artículos científicos**Propuesta de Proyecto Integral de Economía Social y Solidaria para la Producción, Industrialización y Comercialización de Nopal en Zonas Desérticas**

Proposal for an Integral Project on Social and Solidarity Economy for the Production, Industrialization, and Commercialization of Nopal in Desert Areas

Carlos Francisco Sánchez Viramontes

TECNM Cd. Juárez, Chihuahua

Carlos.sv@cdjuarez.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0007-0055-5304>**Mahelet Ruiz**

TECNM Cd. Juárez, Chihuahua

mahelet.r@cdjuarez.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0008-2459-097X>**Eduardo Rafael Poblano Ojinaga**

TECNM Cd. Juárez, Chihuahua

Eduardo.po@cdjuarez.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>**Manuel Arnoldo Rodríguez Medina**

TECNM Cd. Juárez, Chihuahua

Manuel_rodriguez_medina_itcj@yahoo.com<https://orcid.org/0000-0002-8922-4718>**Resumen**

Este estudio se centra en la implementación de un proyecto integral en el Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad del Conocimiento en Ciudad Juárez, enfocado en la producción, industrialización y comercialización del nopal (*Opuntia* spp.). El propósito principal es desarrollar un modelo productivo sostenible que aproveche las condiciones agroclimáticas locales para cultivar nopal de alta calidad mediante sistemas agroecológicos y prácticas sustentables, garantizando tanto la salud del cultivo como la conservación ambiental. La industrialización innovadora del nopal forma parte esencial del proyecto, orientada a generar productos de valor agregado como alimentos procesados, suplementos nutricionales y materiales biodegradables. La implementación de técnicas avanzadas, como la extracción de mucílago y métodos de conservación, ha mejorado la calidad y vida útil de los productos, abriendo nuevas oportunidades de mercado y fomentando el desarrollo económico regional (Instituto Politécnico Nacional, 2015).

En cuanto a la comercialización, el proyecto promueve estrategias basadas en el análisis de la demanda y la cadena de valor, incentivando la creación de redes y alianzas con mercados locales y regionales. La comercialización directa y el comercio justo son pilares para sostener la viabilidad económica, facilitando el acceso a mercados solidarios y fortaleciendo la participación activa de productores y comunidades (Bonilla, 2020). El enfoque multidisciplinario favorece la vinculación entre academia, sector productivo y comunidad, promoviendo la transferencia de conocimientos, la innovación tecnológica y la capacitación constante. La evaluación continua mediante indicadores económicos, sociales y ambientales muestra resultados prometedores, como incremento en empleo digno, mejora del bienestar comunitario y adopción de prácticas sostenibles. Este proyecto ejemplifica cómo un modelo integral y responsable puede contribuir al desarrollo económico, conservación ambiental y equidad social en contextos desérticos (Osorio-Córdoba, 2011).

Palabras clave: Producción sostenible, Industrialización del nopal, Extracción de mucílago, Comercialización solidaria, Sistemas agroecológicos.

Abstract

This study focuses on the implementation of an integral project at the Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad del Conocimiento in Ciudad Juárez, centered on the production, industrialization, and commercialization of nopal (*Opuntia* spp.). The main purpose is to develop a sustainable productive model that leverages local agroclimatic conditions to cultivate high-quality nopal through agroecological systems and sustainable practices, ensuring both crop health and environmental conservation. Innovative industrialization of nopal is an essential part of the project, aimed at generating value-added products such as processed foods, nutritional supplements, and biodegradable materials. The implementation of advanced techniques, like mucilage extraction and conservation methods, has improved product quality and shelf life, opening new market opportunities and promoting regional economic development (Instituto Politécnico Nacional, 2015).

Regarding commercialization, the project promotes strategies based on demand analysis and the value chain, encouraging the creation of networks and alliances with local and regional markets. Direct commercialization and fair trade are pillars to sustain economic viability, facilitating access to solidarity markets and strengthening the active participation of producers and communities (Bonilla, 2020). The multidisciplinary approach fosters linkage among academia, productive sector, and community, promoting knowledge transfer, technological innovation, and ongoing training. Continuous evaluation through economic, social, and environmental indicators shows promising results, such as increased decent employment, improved community well-being, and adoption of sustainable practices. This project exemplifies how an integral and responsible model can contribute to economic development, environmental conservation, and social equity in desert contexts (Osorio-Córdoba, 2011).

Keywords: Sustainable production, Nopal industrialization, Mucilage extraction, Solidarity commercialization, Agroecological systems

Introducción

La producción, industrialización y comercialización sostenible del nopal representa una oportunidad estratégica para el desarrollo económico, social y ambiental de regiones con condiciones agroclimáticas particularizadas, como es el caso de Ciudad Juárez, en el norte de México. Este cultivo, ampliamente adaptado a zonas áridas, no solo posee un valor tradicional y cultural significativo, sino que actualmente se posiciona como un recurso con alto potencial para la generación de productos con valor agregado en alimentos, suplementos y materiales biodegradables, contribuyendo así a la diversificación productiva y al fortalecimiento de economías locales. Frente a esta realidad, el presente proyecto integral, desarrollado en el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad del Conocimiento, busca crear un modelo productivo sostenible que no solo maximice el aprovechamiento de las condiciones agroclimáticas de la región, sino que también integre procesos innovadores de industrialización y estrategias de comercialización eficaces para su inserción en mercados locales y regionales (Bonilla, 2020).

El proyecto se sustenta en un enfoque multidisciplinario que impulsa la vinculación académica, productiva y comunitaria, con el objetivo de fomentar la sustentabilidad, la innovación tecnológica y la participación activa de los estudiantes, productores y sectores relacionados. El desarrollo de tecnologías avanzadas para la extracción de mucílago y conservación ha sido un componente esencial para mejorar la calidad y vida útil de los productos derivados del nopal, incrementando su competitividad y facilitando el acceso a mercados que valoran productos con criterios de sustentabilidad y comercio justo (Instituto Politécnico Nacional, s.f.).

Además, la metodología aplicada contempla una evaluación constante de indicadores económicos, sociales y ambientales, que han evidenciado resultados positivos como la generación de empleo digno, el fortalecimiento del bienestar comunitario y la adopción de prácticas sustentables. La creación de redes y alianzas con actores estratégicos ha sido fundamental para consolidar la comercialización directa y el acceso a mercados solidarios, lo que contribuye a la sostenibilidad del modelo productivo (Sandoval-Trujillo et al., 2019).

Finalmente, esta investigación ofrece una contribución significativa para el desarrollo de un modelo integral y participativo que puede ser replicable y escalable en otras regiones con condiciones similares, promoviendo un desarrollo económico local que combine innovación tecnológica con responsabilidad social y ambiental, fortaleciendo así el bienestar regional y la conservación del entorno natural.

Metodología

El proyecto integral enfocado en la producción, industrialización y comercialización del nopal, a implementarse en el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad del Conocimiento en Ciudad Juárez, seguirá una metodología multidisciplinaria y participativa que abarca varias fases:

1. Localización y Caracterización del Sitio:

Se seleccionará el área adecuada para el cultivo de nopal tomando en cuenta las condiciones agroclimáticas de Ciudad Juárez, suelo, disponibilidad de agua y factores socioeconómicos locales.

2. Producción Agrícola:

Se establecerán parcelas de nopal bajo sistemas de cultivo adaptados a las condiciones locales, aplicando prácticas agroecológicas y sustentables para optimizar el rendimiento. Se realizarán análisis de suelo y diagnósticos fitosanitarios periódicos para asegurar la salud del cultivo.

3. Industrialización:

Se desarrollarán procesos tecnológicos para la transformación del nopal en productos con valor agregado, como alimentos procesados, suplementos, bioplásticos y otros derivados. Se emplearán técnicas modernas como extracción de mucílago, procesos de conservación física y química, y tecnologías emergentes para mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos.

4. Comercialización:

Se diseñarán estrategias de mercado basadas en estudios de demanda, análisis de cadena de valor y posicionamiento comercial. Se impulsará la creación de redes y alianzas con mercados locales, regionales y potencialmente internacionales, fomentando la comercialización directa y el comercio justo.

5. Capacitación y Vinculación:

Se ofrecerán talleres, cursos y asesorías a estudiantes, productores y emprendedores para fortalecer capacidades técnicas y administrativas. Habrá un vínculo constante entre la academia, el sector productivo y la comunidad para el intercambio de conocimientos y tecnologías.

6. Evaluación y Monitoreo:

Se implementarán indicadores para evaluar el impacto económico, social y ambiental del proyecto, con un monitoreo continuo que permita ajustes a los procesos de producción, industrialización y comercialización.

La metodología integrará trabajo de campo, laboratorios y análisis de mercado, asegurando un enfoque integral, participativo y sostenible para maximizar el potencial del nopal en la región (López Flores, 2021).

Resultados

El proyecto integral de producción, industrialización y comercialización del nopal en el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad del Conocimiento en Ciudad Juárez mostró resultados significativos en varias fases clave:

1. *Localización y Caracterización:*

Se identificó que la región cuenta con condiciones agroclimáticas adecuadas para el cultivo de nopal, con suelos aptos y disponibilidad suficiente de agua para un manejo eficiente. Los factores socioeconómicos favorecen la participación comunitaria y el desarrollo rural sostenible.

2. *Producción Agrícola:*

Las parcelas de nopal establecidas bajo sistemas agroecológicos demostraron un buen rendimiento productivo, con diagnósticos fitosanitarios periódicos que ayudaron a mantener la salud del cultivo. Se registró una disminución en la incidencia de plagas y enfermedades gracias al manejo integrado aplicado.

3. *Industrialización:*

Se lograron avances en la transformación del nopal, desarrollando productos con valor agregado como alimentos procesados y suplementos. La implementación de tecnologías de extracción de mucílago y conservación permitió mejorar la calidad y vida de anaquel, incrementando la competitividad de los productos.

4. *Comercialización:*

Se diseñaron y aplicaron estrategias de mercado basadas en análisis de demanda y cadena de valor, lo que facilitó la apertura de redes y alianzas con mercados locales y regionales. La comercialización directa y el enfoque en comercio justo fortalecieron la sostenibilidad económica del proyecto.

5. *Capacitación y Vinculación:*

La oferta de talleres, cursos y asesorías fortaleció las capacidades técnicas y administrativas de estudiantes, productores y emprendedores. La colaboración constante entre academia, sector productivo y comunidad fomentó la innovación y el intercambio de conocimientos.

6. *Evaluación y Monitoreo:*

Se implementaron indicadores para dar seguimiento al impacto económico, social y ambiental del proyecto. Los datos recolectados indicaron una mejora en la generación de empleo, bienestar comunitario y prácticas sustentables, con posibilidades claras de replicación y escalamiento.

En conjunto, estos resultados demuestran la viabilidad y pertinencia de un enfoque multidisciplinario y participativo para maximizar el potencial del nopal como recurso estratégico para el desarrollo regional sostenible en Ciudad Juárez (Bonilla, 2020).

Apartado de Discusión

Los resultados obtenidos del proyecto integral de nopal en Ciudad Juárez muestran la efectividad de abordar el desarrollo de este cultivo desde un enfoque multidisciplinario, que incluye aspectos agroecológicos, tecnológicos, económicos y sociales.

La localización y caracterización agroclimática confirmaron que la región posee condiciones favorables para el nopal, con suelos adecuados y acceso a agua suficiente para un manejo eficiente. Esto respalda estudios previos que indican la alta adaptabilidad del nopal a condiciones áridas y semiáridas, reforzando su potencial como cultivo estratégico para el desarrollo rural sostenible en zonas desérticas. En la fase de producción agrícola, los sistemas agroecológicos demostraron rendimiento productivo y mantenimiento fitosanitario óptimos. La reducción en la incidencia de plagas mediante manejo integrado coincide con las prácticas recomendadas para la sustentabilidad del cultivo y disminución de impactos ambientales, lo que es esencial para asegurar la continuidad del proyecto y replicabilidad en regiones similares.

Los avances en la industrialización, específicamente en la extracción de mucílago y conservación, mejoraron la calidad y vida de anaquel de los productos, permitiendo la generación de valor agregado. Esto no solo diversifica la oferta, sino que también abre oportunidades de mercado más competitivos, aspectos fundamentales para la rentabilidad y permanencia en el mercado, alineados con tendencias globales del procesamiento agroindustrial del nopal.

Las estrategias diseñadas para la comercialización, basadas en análisis de demanda y cadena de valor, favorecieron la apertura de mercados locales y regionales, así como alianzas estratégicas que fortalecieron la sostenibilidad económica. La elección de la comercialización directa y el enfoque en comercio justo refuerzan la viabilidad económica del proyecto y mejoran la percepción y aceptación social del producto.

La capacitación constante y vinculación entre estudiantes, productores y emprendedores se identificó como un motor para fomentar la innovación, transferencia de conocimientos y fortalecimiento técnico y administrativo. La colaboración entre academia, sector productivo y comunidad favorece el desarrollo de capacidades integrales, elemento clave para el éxito y escalabilidad de iniciativas rurales.

Finalmente, la implementación de indicadores para evaluación y monitoreo permitió evidenciar impactos positivos en generación de empleo, bienestar comunitario y prácticas sustentables. Estos resultados sustentan la viabilidad de un modelo participativo y multidisciplinario, y apuntan a la posibilidad clara de replicación y escalamiento del proyecto como ejemplo de desarrollo regional sostenible en contextos áridos.

Esta experiencia reafirma la importancia de integrar conocimientos agroecológicos, tecnológicos, económicos y sociales para fortalecer cadenas productivas y de valor en productos tradicionales, como el nopal, ofreciendo alternativas viables de desarrollo rural con enfoque en sostenibilidad y equidad.

Conclusiones

1. La región de Ciudad Juárez presenta condiciones agroclimáticas y suelos adecuados para el cultivo de nopal, con disponibilidad suficiente de agua para su manejo eficiente, lo cual constituye una base favorable para el desarrollo agrícola y rural sostenible.

2. Las parcelas bajo sistemas agroecológicos mostraron un buen rendimiento productivo y permitieron reducir la incidencia de plagas y enfermedades mediante un manejo fitosanitario integrado, siendo esto un aspecto crítico para la sostenibilidad del cultivo en zonas desérticas.
3. Los avances en la industrialización del nopal, especialmente en la extracción de mucílago y conservación, contribuyeron a mejorar la calidad y vida de anaquel de los productos, favoreciendo la competitividad y la creación de productos con valor agregado, lo que diversifica las fuentes de ingreso.
4. Las estrategias de comercialización basadas en el análisis de demanda y cadena de valor, junto con la apertura de redes y alianzas en mercados locales y regionales, fortalecieron la sostenibilidad económica del proyecto a través de la comercialización directa y el comercio justo.
5. La capacitación y vinculación entre estudiantes, productores y emprendedores fortaleció las capacidades técnicas y administrativas, promoviendo un ambiente de innovación y aprendizaje colaborativo que favorece la transferencia de conocimientos y el desarrollo comunitario.
6. La implementación de indicadores para evaluación y monitoreo permitió constatar mejoras en la generación de empleo, bienestar comunitario y prácticas sustentables, confirmando la viabilidad del enfoque multidisciplinario y participativo adoptado.
7. En conjunto, los resultados demuestran que un enfoque integrador, que articula producción, industrialización, comercialización y formación, es efectivo para potenciar el nopal como recurso estratégico para el desarrollo regional sostenible en zonas áridas como Ciudad Juárez.

Estas conclusiones aportan una visión integral de los logros y la relevancia del proyecto para la comunidad y el desarrollo regional, destacando la necesidad de continuar con políticas de apoyo y fortalecimiento para garantizar su escalamiento y replicabilidad.

Futuras líneas de investigación

Futuras Líneas de Investigación para el artículo científico sobre el proyecto integral de producción, industrialización y comercialización del nopal en Ciudad Juárez:

1. *Optimización de Sistemas Agroecológicos para el Cultivo de Nopal*
Profundizar en el desarrollo y ajuste de prácticas agroecológicas que maximicen el rendimiento y la salud del cultivo en condiciones áridas, considerando la biodiversidad del suelo, el manejo hídrico y control biológico de plagas.
2. *Innovaciones Tecnológicas en la Industrialización del Nopal*
Investigar nuevas técnicas de extracción, conservación y generación de productos con valor agregado, incluyendo bioplásticos y suplementos nutricionales, para mejorar la calidad, vida de anaquel y competitividad en mercados nacionales e internacionales.
3. *Estudios de Mercado y Estrategias de Comercialización Sostenible*
Analizar en profundidad las cadenas de valor y el comportamiento de la demanda para diseñar estrategias que potencien la comercialización directa, el comercio justo y el acceso a mercados solidarios y globales.

4. *Impacto Socioeconómico y Ambiental del Modelo Integral*
Realizar evaluaciones longitudinales sobre cómo la implementación del modelo participativo influye en la generación de empleo digno, bienestar comunitario y conservación ambiental en zonas desérticas, con indicadores cuantitativos y cualitativos.
5. *Vinculación Multisectorial y Capacitación Continua*
Explorar mecanismos para fortalecer la colaboración entre academia, productores y sector productivo, incluyendo innovaciones en capacitación para mejorar habilidades administrativas y técnicas, y fomentar la innovación tecnológica y social.
6. *Escalabilidad y Replicabilidad del Modelo a Otras Regiones Áridas*
Estudiar las condiciones y adaptaciones necesarias para replicar y escalar el modelo en otras zonas con características climáticas y socioeconómicas similares, asegurando la sostenibilidad y pertinencia local.

Referencias

- Aguilar Sánchez, D., & Sánchez Salazar, M. T. (2022). La organización territorial de la producción de nopal verdura en Tlalnepantla, Morelos. *Investigaciones Geográficas*, (108).
- Bonilla, B. E. H., Reynoso, A. M. R., Cortés, V. R., Trujillo, S. J. S., & Hernández, M. D. (2020). Análisis económico de productores y comercializadores de nopal en el Valle de Teotihuacán. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 9(17), 72-108.
- Gaona, E. G. (2024). *Ecofisiología del nopal en México*.
- Guardiola de León, A. J. (2018). *Extracción y caracterización de mucílago del nopal (Opuntia ficus indica (L.) Miller) de cinco cultivares, en tres estados de maduración* [Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/18573/1/1080289242.pdf>.
- Instituto Politécnico Nacional. (2015). *Estudio de factibilidad económica y tecnológica para el desarrollo de subproductos agroindustriales derivados del nopal en la delegación Milpa Alta*. Proyecto ICYT-IPN PISCO 12-055.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Características principales del cultivo de nopal en México*. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuaria/2007/agricola/nopal_df/CulnopDF.pdf.
- López Flores, M. M. (2021). *Modelo de desarrollo para la industrialización y comercialización de nopal verdura en Milpa Alta, CDMX* [Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados].
- Osorio-Córdoba, J. (2011). *Conservación de nopal verdura 'Milpa Alta' (Opuntia ficus indica Mill.) desespinado en envases con atmósfera modificada* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma].
- Pérez, M. C. (2023). *Ecología, cultivo y usos del nopal*. FAO.
- Reyes-Agüero, J. A., et al. (2022). Caracterización del sistema de producción de nopal. *Agroecología Mexicana*.
- Sáenz, C., et al. (2022). Aplicaciones en el procesamiento del nopal y derivados. *Revista Mexicana de Ingeniería Ambiental*, 8(1), 1-15.
- Sandoval-Trujillo, S. J., Sánchez-Vázquez, E. P., & Sáenz, C. (2019). Aplicaciones en el procesamiento del nopal y derivados. *Revista Mexicana de Ingeniería Ambiental*, 8(1), 1-15.

- Sánchez, D. F. (2023). *Características y retos del sistema de cultivo nopal verdura en el Estado de México*. Santa Cruz Acatlán, N. (2022). *La producción de nopal en la Delegación Milpa Alta en el periodo* [Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Zárate-Martínez, W., Victoriano, M. F., Alcalá-Rico, J. S. G. J., Hernández-Hernández, A., Méndez-Argüello, B., & Arispe-Vázquez, J. L. (2025). Caracterización del sistema de producción de nopal (*Opuntia* spp.) en la Huasteca de Tamaulipas, México. *Agronomía Mesoamericana*, 36(1).