

MEMORIA DE TRABAJOS

DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS 2024

**Sergio Alejo Bello
José Orlando Rojas Reyes
José Gervasio Partida Sedas
(Compiladores)**





CENIDERCAFE

MEMORIA DE TRABAJOS

DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS 2024

Sergio Alejo Bello
José Orlando Rojas Reyes
José Gervasio Partida Sedas
(Compiladores)



Dirección Editorial: PhD. Jorge Luis León-González
Diseño de portada y edición: DI. Yunisley Bruno-Díaz

ISBN: 978-1-968794-33-0

DOI: <https://doi.org/10.64092/JSHQ3917>

© Sergio Alejo Bello, 2026. All rights reserved

© José Orlando Rojas Reyes, 2026. All rights reserved

© José Gervasio Partida Sedas, 2026. All rights reserved

La evaluación científica y metodológica de la obra se realizó a partir del método de Revisión por Pares Abierta (Open Peer Review).

Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License, que permite el uso, intercambio, adaptación, distribución y transmisión en cualquier medio o formato, siempre que dé el crédito apropiado al autor, origen y fuente del material gráfico. Si el uso del material gráfico excede el uso permitido por la normativa legal deberá tener permiso directamente del titular de los derechos de autor.



SOPHIA EDITIONS

8404 N Rome Ave, Tampa,
Florida, USA

Email: contact@sophiaeditions.com

Phone: +1 (813) 699-2557

<https://sophiaeditions.com/>

MEMORIA DE TRABAJOS

DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS 2024

**Sergio Alejo Bello
José Orlando Rojas Reyes
José Gervasio Partida Sedas
(Compiladores)**

COMITÉ

EDITORIAL

PhD. Adalia Liset Rojas-Valladares, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Adrian Abreus-González, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Adrian Ludet Arévalo-Salazar, Western University, Canadá

PhD. Alejandro Rafael Socorro-Castro, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Alina Rodríguez-Morales, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Farshid Hadi, Islamic Azad University, Irán

PhD. Héctor Tecumshé-Mojica-Zárate, Centro Regional Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo, México

PhD. Esther Vega-Gea, Universidad de Córdoba, España

PhD. Hugo Freddy Torres-Maya, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Juan G. Rivera-Ortiz, Ana G. Mendez University, USA

Dr. C. Ngo Hong Diep, Thudaumot University, Vietnam

PhD. Lázaro Salomón Dibut-Toledo, Universidad del Golfo de California, México

PhD. Luis Lizasoain-Hernández, Universidad del País Vasco, España

PhD. José Gervasio Partida-Seda, Centro Regional Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo, México

PhD. Luisa Morales-Maure, Universidad de Panamá, Panamá

PhD. Marily Rafaela Fuentes-Águila, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Maritza Librada Cáceres-Mesa, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

PhD. Marta Linares-Manrique, Universidad de Granada, España

Dr. C. Seyyed Nasser Mousavi, Islamic Azad University, Irán

PhD. Mikhail Benet-Rodríguez, Fundación Universitaria Cafam, Colombia

PhD. Julio Cabero-Almenara, Universidad de Sevilla, España

PhD. Raúl Rodríguez-Muñoz, Universidad de Cienfuegos, Cuba

PhD. Rolando Medina-Peña, Universidad Metropolitana, Ecuador

PhD. Samuel Sánchez-Gálvez, Universidad de Guayaquil, Ecuador

PhD. Yadir Torres Hernández, Universidad de Sevilla, España

DEDICATORIA

A los hombres y mujeres que con sus manos y su esfuerzo trabajan la tierra de nuestras regiones cafetaleras, transmitiendo de generación en generación el saber ancestral que sostiene la vida de sus familias y la riqueza de nuestra biodiversidad. Cada surco, cada semilla, cada cosecha lleva consigo su historia, su paciencia y su amor por la tierra.

A los estudiantes que con curiosidad y entusiasmo recorren los caminos del conocimiento, aprendiendo de la tierra y de las comunidades, y llevando consigo la responsabilidad de transformar la realidad del medio rural con respeto, creatividad y compromiso.

A los docentes que guían, inspiran y acompañan a quienes investigan y aprenden, sembrando en cada lección no solo información, sino valores, ética y pasión por construir un futuro más justo, sostenible y humano.

A los investigadores que con dedicación y perseverancia buscan tender puentes entre la ciencia y la vida campesina, generando estrategias que fortalecen la producción, preservan saberes locales y contribuyen a la sostenibilidad ambiental. Sus esfuerzos reflejan la certeza de que el verdadero cambio surge del encuentro entre la investigación académica y el conocimiento vivido en los campos y comunidades.

A las comunidades cafetaleras, grandes maestras de resiliencia y creatividad, que enseñan que el progreso no se mide solo en cifras, sino en la dignidad, la fuerza y la unión de quienes cultivan la tierra. Que esta memoria sea un testimonio del respeto y la admiración hacia todos aquellos que hacen posible que la vida rural siga floreciendo, conservando la memoria, la diversidad y la esencia de nuestro país.

Que quienes lean estas páginas sientan la esperanza, la fuerza y la ternura que emanan de cada productor, estudiante, docente e investigador, y comprendan que el futuro del campo está lleno de conocimiento, esfuerzo y amor por la tierra.

PRESENTACIÓN	4
Capítulo 01. Diversificación productiva en las regiones cafetaleras	5
Engorda de cerdos en cama profunda como alternativa sostenible y rentable para pequeños productores en las Altas Montañas de Veracruz	6
Nuevas variedades de alcatraz en México	16
Aplicación de bioestimulantes y bocashi en el desarrollo radicular de espárrago en invernadero	19
Capítulo 02. Cadenas productivas de las regiones cafetaleras	23
Avances de investigación del proyecto: “Estrategias de comercialización para cafeticultores de la sierra Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo, México”	24
Avances del proyecto “investigación acción para actualizar la cadena de valor de los cafeticultores minifundistas e incrementar sus ingresos”	33
Avances de investigación del proyecto “Quesos artesanales de las regiones cafetaleras: Estudio del queso tetilla en Nayarit”	45
Capítulo 03. Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad y la gestión de recursos naturales ...	57
Ganadería Sostenible en Tenango de Doria, Hidalgo...	58
Guía Técnica para el control sanitario en bovinos.....	58
Diagnóstico de una comunidad Otomí, en San Nicolás, Tenango de Doria; Hidalgo	65
Mejoramiento de maíces nativos en el Estado de Veracruz	95

PRESENTACIÓN



El año 2024 representa un periodo de gran progreso y trabajo continuo para los investigadores que forman parte del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFÉ), perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo, institución con más de 60 años de trayectoria en investigación y formación agrícola en México. Desde su fundación, hace más de 22 años, el CENIDERCAFÉ ha desempeñado un papel estratégico en la generación de soluciones innovadoras frente a los desafíos del medio rural, particularmente en las regiones cafetaleras, donde la complejidad de los sistemas productivos requiere un enfoque integral que considere aspectos sociales, económicos, culturales, técnicos y ambientales.

A través de la vinculación con comunidades locales y productores, el centro promueve el intercambio de saberes tradicionales y científicos, fomentando la adopción de prácticas sostenibles que contribuyen al fortalecimiento de la productividad y al desarrollo integral de las regiones.

La labor del CENIDERCAFÉ se organiza en tres líneas de investigación principales, cada una de ellas enfocada en generar estrategias que respondan a la dinámica cambiante del medio rural y rururbano mexicano. La primera línea, *“Diversificación productiva en las regiones cafetaleras”*, busca ampliar las opciones productivas de los pequeños y medianos productores, fortaleciendo su resiliencia económica y ambiental.

Durante 2024, se destacaron proyectos como la engorda de cerdos en cama profunda en las Altas Montañas de Veracruz, un modelo que combina rentabilidad y sostenibilidad; el desarrollo de nuevas variedades de alcatraz adaptadas a diferentes regiones del país; y la aplicación de bioestimulantes y bocashi para mejorar el desarrollo radicular de espárrago cultivado en invernadero. Estas acciones no solo diversifican los ingresos de los productores, sino que también fomentan prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y promueven la innovación en la producción rural.

La segunda línea de investigación, *“Cadenas productivas de las regiones cafetaleras”*, se centra en fortalecer la competitividad y el posicionamiento de los productos locales en los mercados nacionales e internacionales. Entre los proyectos más relevantes de 2024 se encuentran las estrategias de comercialización del café de la sierra Otomí-Tepehua, el fortalecimiento de la cadena

de valor del café en regiones minifundistas, y la producción y caracterización del queso tetilla en Nayarit. Estos proyectos buscan no solo aumentar la rentabilidad de los productores, sino también preservar las prácticas culturales asociadas a la producción tradicional, garantizando la sostenibilidad económica y social de las regiones cafetaleras. La integración de los productores en estas cadenas permite que su conocimiento local y sus prácticas sean reconocidas y valoradas, generando un impacto positivo en la comunidad y asegurando la trazabilidad y calidad de los productos.

Finalmente, la tercera línea, *“Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad y la gestión de recursos naturales”*, se centra en aplicar conocimiento científico para mejorar la eficiencia productiva sin comprometer los recursos naturales. En 2024, se llevaron a cabo investigaciones en ganadería bovina sostenible y regenerativa en Tenango de Doria, Hidalgo, abarcando sanidad, nutrición y manejo integral de los animales; estudios sobre el metabolismo rural y la condición campesina en comunidades otomíes; y programas de mejoramiento de maíces nativos en Veracruz, orientados a conservar la diversidad genética y fortalecer la producción local. Estas acciones son un ejemplo de cómo la ciencia aplicada puede contribuir al bienestar de los productores y al cuidado del medio ambiente, generando un modelo replicable en otras regiones del país.

A lo largo del año, el CENIDERCAFÉ ha consolidado su papel como un puente entre la investigación académica y la práctica rural, promoviendo el desarrollo integral de las regiones cafetaleras. Los resultados obtenidos no solo evidencian la efectividad de las estrategias implementadas, sino también la importancia de la colaboración con los productores, las instituciones gubernamentales y las organizaciones no gubernamentales. El trabajo de los investigadores permite generar conocimiento aplicable y herramientas innovadoras que fortalecen la autonomía de los productores y fomentan la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad agrícola y las tradiciones culturales asociadas al café y a otros cultivos locales.

El 2024 fue un año en el que el CENIDERCAFÉ, desde su sede en la Universidad Autónoma Chapingo, reafirmó su compromiso con la investigación aplicada, la innovación tecnológica y la sustentabilidad en las regiones cafetaleras. Gracias a su enfoque integral, los proyectos desarrollados durante este periodo no

solo contribuyeron al fortalecimiento de la productividad y la diversificación económica de los productores, sino que también fomentaron la preservación de saberes locales, la sostenibilidad ambiental y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales. La experiencia acumulada y los avances obtenidos consolidan al CENIDERCAFÉ como un referente nacional en investigación agropecuaria y desarrollo rural, capaz de generar soluciones que integran ciencia, tradición y sostenibilidad.



01.

Diversificación productiva en las regiones cafetaleras

José Antonio Torres-Rivera¹

Ponciano Pérez-Hernández²

Miguel Ángel Solís-Tejeda²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. México.

1.1. Engorda de cerdos en cama profunda como alternativa sostenible y rentable para pequeños productores en las Altas Montañas de Veracruz

La engorda de cerdos en sistemas de pequeña producción continúa siendo una actividad estratégica para las familias rurales de las regiones cafetaleras de Veracruz, donde los animales representan una fuente accesible de ingreso, abono orgánico y aprovechamiento de subproductos locales. No obstante, los sistemas tradicionales de piso

de cemento suelen implicar mayores costos de infraestructura, uso intensivo de agua y generación de efluentes, lo que limita su adopción en unidades familiares con recursos restringidos. Frente a ello, el sistema de cama profunda surge como una alternativa tecnológica de bajo costo que integra principios de compostaje aeróbico, mejora el ambiente del corral y reduce la carga operativa asociada a la limpieza diaria.

Diversos estudios internacionales han documentado que, bajo un manejo adecuado (Pérez-Hernández et al., 2022), la cama profunda puede alcanzar desempeños productivos comparables a sistemas confinados, con ventajas en bienestar animal, control de olores y reducción de impactos ambientales. Sin embargo, en México persiste una limitada disponibilidad de información generada directamente en unidades familiares, especialmente en lo referente al comportamiento térmico del lecho, la calidad agronómica de la composta resultante y la viabilidad económica bajo condiciones reales de campo.

En este contexto, el presente estudio tuvo como propósito evaluar integralmente un sistema de engorda porcina en cama profunda en las Altas Montañas de Veracruz, considerando el desempeño productivo de los animales, la dinámica térmica del lecho, la calidad fisicoquímica de la composta y el lixiviado, su potencial agronómico y la rentabilidad del sistema para pequeños productores.

El trabajo se realizó en el Rancho El Roble, Huatusco, Veracruz (19°10'49" N, 96°58'27" O), una unidad de producción familiar ubicada en zona cafetalera de clima templado húmedo. La porqueriza de 3x2 m, cuenta con piso de cemento y sobre este el material que comprende la cama, y opera bajo un modelo agroecológico.

Se evaluaron dos ciclos de engorda: (i) Lote 2023, dos cerdos mestizos (~12 kg iniciales, 106 días); (ii) Lote 2024: dos cerdas jóvenes con peso inicial similar (101 días). El peso vivo se registró cada dos semanas para estimar la ganancia diaria de peso (GDP). No se utilizaron promotores de crecimiento ni antibióticos.



Los animales se alojaron en corrales con un lecho de 50–60 cm compuesto principalmente por cascarilla de café, complementada según disponibilidad con aserrín o bagazo. La cama se repuso parcialmente cuando mostró humedad excesiva, compactación o acumulación visible de excretas. No se empleó agua para su manejo; la aireación dependió del movimiento natural de los cerdos.

La dieta se formuló con insumos locales: (i) Lote 2023, con salvado, forraje verde (king grass), alimento balanceado y suero de leche; y (ii) Lote 2024, con mayor participación de suero y forrajes para reducir costos. El agua se suministró *ad libitum* mediante bebedero automático.

Para caracterizar la actividad de compostaje, se midió la temperatura del lecho en nueve cuadrantes y cinco profundidades (superficie, 10, 20, 30 y 40 cm) mediante sonda digital. También se evaluaron humedad y compactación, así como las zonas de defecación.

Se tomaron muestras en diferentes momentos del ciclo y se enviaron al laboratorio del Instituto de Ecología (Xalapa) para determinar pH (1:4), conductividad eléctrica (CE), humedad (base húmeda y seca), cenizas, carbono total (C), nitrógeno total (N) y fósforo total (P).

La composta y el lixiviado se probaron en germinación de hortalizas y posteriormente en brócoli morado en parcelas experimentales. Se evaluaron desarrollo foliar, vigor general, formación de inflorescencias y número de silicuas, comparando con humus y lixiviado de lombriz.

El análisis se basó en costos variables reales del Lote 2023, considerando insumos alimenticios y precios locales. Se calcularon costo por kilogramo de peso vivo, ingreso, margen neto, retorno sobre inversión (ROI) y punto de equilibrio (PE), asumiendo infraestructura ya instalada y mano de obra familiar.

En el estudio se obtuvo como resultado que el promedio de GDP en 2023 fue ≈ 0.56 kg/día y en 2024 ≈ 0.33 kg/día (Figura 1.1), diferencia coherente con la mayor participación de suero/forrajes en 2024 (menor densidad



energética). La literatura señala que la cama profunda puede igualar al confinamiento en crecimiento si se optimiza dieta y espacio por animal, con ventajas de inversión y ambiente (Cruz et al., 2009; Stoppani et al., 2023).

En el sistema con piso de cemento, la curva Gompertz ajustada a los datos de referencia muestra un crecimiento más acelerado en el periodo observado (GDP medio ≈ 0.73 kg/día). Estudios comparativos reportan mayores tasas en corral/jaula frente a cama profunda durante crecimiento-finalización, aunque con buen manejo nutricional y sanitario las diferencias pueden atenuarse (Sulbarán et al., 2009; Wei et al., 2019).

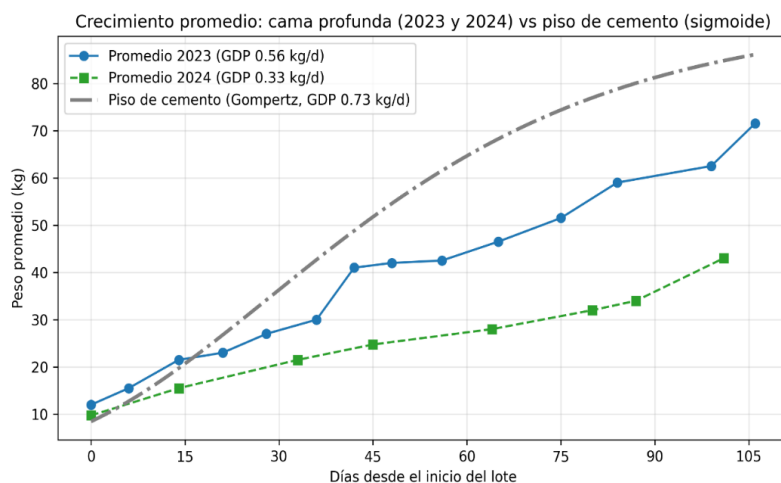


Figura 1.1. Comparación del crecimiento porcino en sistemas de cama profunda (2023 y 2024) y curva de ajuste sigmoide para sistema de piso de cemento.

Se demuestra que el proceso de compostaje con presencia de los cerdos provoca que se caliente el material de la cama, que el calentamiento es heterogéneo y que hay unas zonas que son más calientes que otras. El análisis vertical de los datos arroja que la temperatura más baja se encuentra en la superficie de la cama (24.4°C), atribuido a que el material está expuesto al efecto del viento y a la remoción por pisoteo y hozado que hacen los cerdos que permite la disipación del calor. Por el contrario, la temperatura más alta se encontró en los primeros 10 cm de profundidad (38.6°C), seguramente por mayor contenido de heces y orina que

aportan los cerdos propiciando mayor actividad de los microorganismos que al fermentar la materia orgánica liberan calor.

En las siguientes profundidades se da un gradiente de mayor a menor temperatura, que va de 34.9 °C a los 31.8 °C en las capas de 20 a 40 cm, respectivamente. El análisis horizontal confirma que el área donde suelen defecar los cerdos presenta la mayor temperatura (36.1 °C), dicha área es el lugar más alejado de sitio donde se encuentra el comedero (Figura 1.2).

Zona de Estercolero 36.1	34.9	33.6
33.9	33.6	27.2 Bebedero
29.5 Puerta	32.8 Comedero	30.8

Figura 1.2. Distribución térmica horizontal del lecho en un corral con sistema de cama profunda.

La composta final presentó pH alcalino (9.0–9.3) y CE moderada–alta (4.8–5.1 mS/cm), atributos típicos de compostas de origen pecuario. Su contenido de P total (≈5,300–5,500 mg/kg) fue elevado, mientras que los valores de N (1.86–2.22 %) y C (≈45 %) produjeron relaciones C/N entre 20 y 24, compatibles con un material suficientemente estabilizado para uso agrícola. La humedad (58–61 %) y las cenizas (16.7–17.7 %) estuvieron dentro del rango esperado para compostas con alta proporción de excretas.

Los ensayos con charolas de germinación y parcelas mostraron que tanto la composta como el lixiviado de cama profunda superaron al humus y lixiviado de lombriz californiana, especialmente en brócoli morado, donde se registraron mayor desarrollo foliar, mejor formación de inflorescencias y más silicuas, además de reducción del ciclo cuando se usó lixiviado (Figura 1.3).

La superioridad observada en desarrollo foliar, formación de inflorescencias y número de silicuas en brócoli morado bajo tratamientos con composta y lixiviado de



cama profunda coincide con hallazgos de ensayos internacionales. Abubaker et al. (2024) demostraron que aplicaciones de compost tea incrementan significativamente el crecimiento vegetativo y rendimiento en tomate bajo invernadero. De modo similar, Alkobaisy et al. (2019) reportaron aumentos en altura, número de hojas y peso de inflorescencias en brócoli tratado con vermicompost y su extracto. Asimismo, meta-análisis recientes confirman que las enmiendas orgánicas como vermicompost o compost enriquecido pueden mejorar biomasa aérea hasta en 78 % y biomasa radical en 57 %, debido a su alto contenido de nutrientes disponibles y reguladores de crecimiento (Blouin et al., 2019).

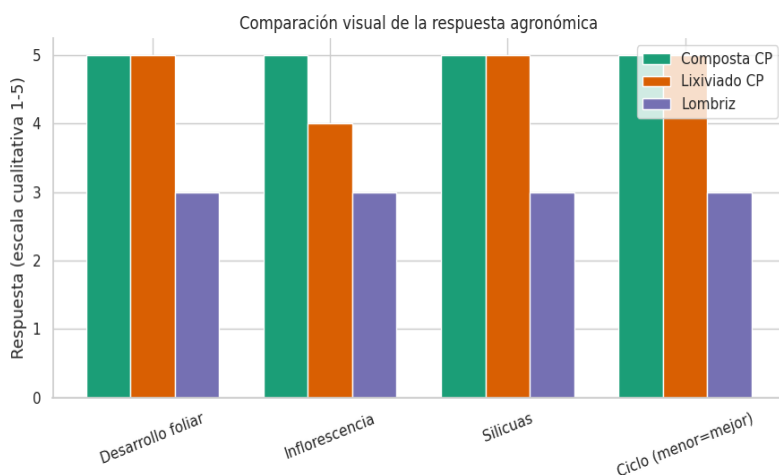


Figura 1.3. Respuesta agronómica comparada (escala 1–5) entre composta y lixiviado de cama profunda versus humus y lixiviado de lombriz.

El análisis económico se realizó bajo el supuesto de un productor familiar, para quien la infraestructura ya está disponible y la mano de obra no implica un costo explícito. De este modo, únicamente se consideraron costos variables del ciclo, tomando como base los consumos reales del lote 2023 (dos cerdos), que registraron un peso final total de 143 kg y una ganancia conjunta de 119 kg. A partir de los precios locales de insumos (balanceado, salvado, king grass y suero en tres escenarios), el costo variable total en el escenario más favorable fue de \$2,724.79, equivalente a \$22.90/kg de peso vivo producido (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Indicadores económicos del sistema de cama profunda para el lote 2023 (n=2 cerdos).

Indicador	Valor
PV final total	143 kg
PV ganado	119 kg
Costo variable total	\$2,724.79
Costo por kg PV	\$22.90/kg
Ingreso (a \$50/kg)	\$7,150
Margen del ciclo	\$4,425
ROI	162%
Punto de equilibrio	54.5 kg

Bajo un precio de venta de \$50/kg, valor consistente con la prima comercial de cerdos producidos en cama profunda, el ingreso del ciclo fue \$7,150, generándose un margen neto de \$4,425 para dos animales, lo que representa un retorno sobre costo (ROI) del 162%. Estos indicadores, especialmente la elevada rentabilidad operativa, concuerdan con lo reportado por Cruz et al. (2009); y Stoppani et al. (2023), quienes documentan que el sistema de cama profunda puede sostener márgenes altos cuando se emplean insumos locales de bajo costo y existe trabajo familiar.

El punto de equilibrio (PE) calculado fue de 54.5 kg, muy por debajo del peso de venta regional (110 kg). Esto implica que el sistema recupera sus costos variables antes de la mitad del ciclo, caracterizándolo como una alternativa de bajo riesgo económico. Esta resiliencia es consistente con estudios de eficiencia y sostenibilidad que destacan la capacidad del sistema para amortiguar fluctuaciones del mercado gracias a su bajo costo operativo (Kruger et al., 2006; Stoppani et al., 2023).

Adicionalmente, la estructura de costos del alimento mostró que el salvado constituye cerca del 77% del gasto alimenticio, mientras que el balanceado aporta un 14% y el king grass un 9%. Esto sugiere que la estabilidad en el acceso al salvado es crucial para mantener costos competitivos. La integración de suero, cuando está disponible sin costo, reduce significativamente la presión del costo energético y permite sostener ganancias





moderadas aun en dietas de baja densidad energética, tal como señalan evaluaciones de sistemas familiares de cama profunda en América Latina (Pegoraro et al., 2015).

En comparación con sistemas de piso de cemento, donde la curva de crecimiento sigmoideal (Gompertz) tiende a mostrar pendientes mayores y GDP más altos, los costos fijos superiores y una menor flexibilidad del sistema limitan la rentabilidad neta para productores de pequeña escala. Estudios como los de Sulbarán et al. (2009); y Wei et al. (2019) señalan que, si bien el confinamiento puede lograr tasas de crecimiento mayores, el costo estructural del sistema atenúa la ventaja productiva.

El sistema de cama profunda ofrece una combinación notable de bajo costo operativo, alto margen económico, bajo punto de equilibrio y resiliencia, lo cual lo convierte en una opción sólida para productores familiares en las Altas Montañas de Veracruz.

La engorda en cama profunda es una alternativa técnicamente sólida y económicamente atractiva para pequeños productores familiares en las Altas Montañas de Veracruz. Con raciones de mayor densidad energética pueden alcanzarse GDP ≈ 0.55 kg/d, y aun con dietas más austeras se mantienen crecimientos estables (0.32–0.34 kg/d). El lecho funcionó como biorreactor aeróbico activo, y el análisis económico mostró costos variables competitivos, una TIR del ciclo de 162% y un punto de equilibrio (54.5 kg) muy por debajo del PV objetivo (110 kg). Se recomienda: (i) cama de 50–60 cm con reposición periódica, (ii) ventilación y manejo para evitar exceso de humedad, (iii) balancear la dieta según objetivos de terminación y (iv) continuar el registro de consumos y pesos para optimizar eficiencia.

Referencias

- Cruz, E., Almaguel, R. E., Mederos, C. M., & González Araujo, C. (2009). Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Revista Científica*, 19(5), 495–499. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000500009&lng=es&tlng=es

- Kruger, I., Taylor, G., Roese, G., & Payne, H. (2006). Deep-litter housing for pigs. NSW Department of Primary Industries. [https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/58403/Deep_litter_housing_for_pigs - Primefact_68-final.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/58403/Deep_litter_housing_for_pigs_-_Primefact_68-final.pdf)
- Pegoraro, V., Bonetto, M., Moyano, S., Aimetta, B., Baigorria, T., Boccolini, M., Cazorla, C., & Rizzo, P. (2015). Evaluación de la estabilidad durante el compostaje de cama profunda porcina. INTA. <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Compostaje%20cama%20profunda%202015%20Pegoraro.pdf>
- Pérez-Hernández, P., Solís-Tejeda, M. A., Lango-Reynoso, F., Díaz-Rivera, P., Aguilar-Ávila, J., & Asiain-Hoyos, A. (2022). Deep litter pig production system as a sustainable alternative for small farmers. *Agrociencia*, 56(6), 51–60. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i6.2755>
- Stoppani, C., Suárez del Cerro, M., Pobliti, M., & Beribe, M. J. (2023). Eficiencia productiva del sistema de cama profunda. *Revista de Tecnología Agropecuaria (RTA)*, 10(43), 11–16. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1697165/>
- Sulbarán, L., Araque, H., González, C., & Mora, F. (2009). Comportamiento productivo de cerdos nacidos y terminados en cuatro modalidades distintas de alojamientos. *Revista Científica*, 19(1), 49–54. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592009000100008&script=sci_arttext
- Wei, S., Guo, Y., & Yan, P. (2019). Comparison of two housing systems on behaviour and performance of fattening pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 41–45. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1561372>



1.2. Nuevas variedades de alcatraz en México

Juan Guillermo Cruz-Castillo¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

El alcatraz o cartucho (*Zantedeschia aethiopica*) (Araceae) o cala es una flor de relevancia en el mercado floral tanto en México como en otros países. El alcatraz blanco o ‘Criollo’ es el que se ha usado principalmente para su comercialización, por lo que la introducción y promoción de nuevas variedades representa un nicho de mercado. La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) ha registrado ante el SNICS las cuatro primeras variedades de alcatraz mexicanas: ‘Deja Vu’ (Registro de Obtentor con número 1478), ‘Utopía’ (Registro de Obtentor con número 2720), Sublime (Registro de obtentor con número 2793), y ‘Avorio Rosato’ (Registro de Obtentor con número 3621). Los productores de flores buscan variedades de alcatraz de tonalidades atractivas a los consumidores, y requieren de nuevas opciones florícolas.

‘Deja Vu’ presenta tres colores en su espata: blanco, rosado y verde (Cruz-Castillo y Torres-Lima, 2017). En ‘Utopia’, la espata tiene diferentes colores en las caras externas, un rosado-violeta en una cara, y la otra cara es blanca. La cara interior es blanca con la garganta ligeramente rosada (Cruz-Castillo, 2022). ‘Sublime’ es de color blanco en casi toda la espata y una ligera línea de color púrpura en su base.

Además, todas sus hojas son maculadas. ‘Avorio Rosato’ es un alcatraz de color rosado marfil en una parte de la cara principal o parte externa de la espata. La garganta es rosada, y el espádice es de color rosado que conforme surge la polinización se pierde un poco esta coloración. La cara interna es blanca mayormente y con unos tonos rosados marfil. El objetivo del presente estudio fue mostrar los alcatraces generados en proyectos financiados por la Dirección General de Investigación,



Posgrado y Servicio de la UACH, y su uso por pequeñas productoras.

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Elotepec, ubicada en Huatusco, Veracruz, México (19°11'12.48" N, 97°11'13.75" O), una región tropical de altura a 1950 m, con una precipitación promedio anual de 1825 mm y temperaturas de 17°C. Las variedades 'Deja Vu', 'Utopía', 'Sublime' y 'Avorio Rosato' fueron seleccionadas por su adaptabilidad y características superiores respecto al alcatraz 'Criollo'. La caracterización de cada variedad se realizó siguiendo las directrices de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) para evaluar la distinción, homogeneidad y estabilidad (Cruz-Castillo, 2022).

Cada variedad se originó mediante un proceso de mejoramiento genético convencional, cruzando diferentes padres seleccionados por sus características fenotípicas deseables. Posteriormente, los estudios de cada variedad fueron enviados a la Oficina de Patentes de la Dirección General de Investigación, Posgrado y Servicio de la UACH, para su revisión y registro ante el SNICS. La producción de estas variedades se ha documentado en los municipios de Alpatlahuac, Calcahualco y Tepatlaxco, en Veracruz. En estas localidades, las variedades han sido compartidas con mujeres productoras que han comenzado a cultivarlas y comercializarlas.

Las nuevas variedades, 'Deja Vu', 'Utopía', 'Sublime' y 'Avorio Rosato', muestran un tamaño mayor y características visualmente atractivas en comparación con el alcatraz 'Criollo'. Estas diferencias se deben al proceso de mejoramiento genético realizado para mejorar el tamaño de las flores y la variedad de colores.

En cuanto al manejo agronómico, las cuatro variedades requieren condiciones similares a las de las variedades tradicionales de alcatraz 'Criollo'. En la región tropical de altura, estas variedades se desarrollan mejor bajo sombra de árboles o con malla sombra del 35 al 50%. La producción de flores ha sido observada con éxito en suelos bien drenados, con pH entre 5.5 y 6.5, lo





que coincide con los requisitos de las variedades tradicionales. Además, se ha documentado que las nuevas variedades crecen bien en distancias de plantación de 70 x 70 cm o 60 x 50 cm, características comunes en la producción de alcatraz.

Aunque la propagación *in vitro* ha sido una opción explorada, el proceso ha enfrentado dificultades debido a altas tasas de contaminación, lo que ha retrasado su expansión a gran escala. A pesar de ello, las mujeres productoras en Veracruz han logrado comercializar las flores con mejor precio que el alcatraz blanco tradicional, lo que ha incentivado el interés por estas nuevas variedades.

Las variedades 'Deja Vu', 'Utopía', 'Sublime' y 'Avorio Rosato', desarrolladas por la Universidad Autónoma Chapingo, representan un avance significativo en la floricultura mexicana. Estas variedades, registradas ante el SNICS, son las únicas generadas en el país mediante investigación científica aplicada, lo que resalta la importancia de este trabajo para la agricultura local. El cultivo de estas variedades por mujeres productoras en los municipios de Alpatlahuac, Calchahualco y Tepatlaxco no solo ha mejorado la rentabilidad de las flores cultivadas, sino que también ha fortalecido el rol de la mujer en el sector agrícola, abriendo nuevas oportunidades económicas en las comunidades rurales. En el futuro, se espera que la propagación de estas variedades se acelere mediante técnicas de propagación más eficientes y que su adopción se expanda a otras regiones de México y, potencialmente, a mercados internacionales.

Referencias

- Cruz-Castillo, J. G. (2022). 'Utopia': A New *Zantedeschia aethiopica* Cultivar. *HortScience*, 57(3), 443–443. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16321-21>
- Cruz-Castillo, J.G., & Torres-Lima, P.A. (2017). 'Deja Vu' un nuevo cultivar de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(2), 97-101. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2017000200097&script=sci_arttext&tlng=es

1.3. Aplicación de bioestimulantes y bocashi en el desarrollo radicular de espárrago en invernadero.

Adela Guadalupe Rosas-Rosas¹

Juan Guillermo Cruz-Castillo¹

Diana Guerra-Ramírez¹

Ana María Castillo-González¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia de las Liliáceas. La planta está formada por una parte subterránea y una aérea; la “corona” es subterránea y tiene un rizoma principal, el cual es un tallo modificado que actúa como unión entre el sistema radical y la parte aérea, y unas raicillas secundarias. Esta corona es un reservorio de carbohidratos que serán responsables del crecimiento de turiones y por lo tanto de la producción comercial (Del Pozo, 1999). La fertilización es una actividad crucial en el desarrollo de las plantas y la solución de Steiner es ampliamente utilizada para tal fin; por otro lado, en la búsqueda de alternativas más sostenibles, el bocashi es un abono orgánico de origen japonés rico en nutrimentos. Aunado a lo anterior, el uso de biostimulantes, los cuales son productos de origen natural que estimulan los procesos de nutrición de las plantas, independientemente de su contenido de nutrimentos.

Los beneficios que presentan los bioestimulantes son: eficiencia en el uso de nutrimentos, así como su disponibilidad en el suelo y tolerancia al estrés abiótico (Kergosien et al., 2023). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres bioestimulantes (algas, aminoácidos y fertilizante humorgánico), con dos diferentes fuentes de fertilización (Solución nutritiva de Steiner y bocashi) en plántulas de espárrago producidas en invernadero.





La investigación se llevó a cabo en un invernadero ubicado en el Campo Experimental Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México (19° 29' 29.531" latitud norte, 98° 54' 23.898" longitud oeste y una altitud de 2 250), de febrero a julio de 2024. Las plántulas se obtuvieron de semillas colectadas en una plantación de Huatusco, Veracruz, propagada con semillas obtenidas de individuos de la variedad UC 157 F1. A los 68 días de la siembra, se seleccionaron plantas con altura mayor a 20 cm para trasplantarlas a bolsas de 1 L con sustrato de turba y perlita (1:1) y se mantuvieron dentro del invernadero durante 5 meses más, para realizar las evaluaciones. La temperatura y humedad relativa promedio dentro del invernadero fue de 20.5 °C y 53%, respectivamente.

Se aplicaron ocho tratamientos combinando dos métodos de fertilización [solución nutritiva de Steiner 100 % (SNS) y bocashi 10 % (BCH)] con tres bioestimulantes [extracto de algas marinas (EAM), L-aminoácidos (L-A) y fertilizante humorgánico (FH)], más los testigos [bocashi 10% (BCHT) y solución nutritiva de Steiner 100 % (SNST)]. La unidad experimental consistió de cinco plantas por tratamiento con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron longitud de raíz principal, diámetro de raíz, diámetro de la corona, número de raíces, número de yemas y porcentaje de materia seca (%).

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS 9.4, con ocho tratamientos en diseño factorial 2x4. La significancia de los resultados fue probada mediante ANOVA y la comparación de medias se calculó utilizando la Prueba de Tukey con nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0.05$).

La longitud de raíz en el tratamiento 1 (29.7 cm) fue estadísticamente superior que el tratamiento 6; el diámetro de raíz no presentó diferencias; para el diámetro de corona, el tratamiento 1 (6.4 cm) fue estadísticamente superior al tratamiento 6 (3.9 cm); en cuanto al número de raíces y de 296 yemas no se observan diferencias y para el caso de la materia seca, el tratamiento 3 (34.3 %) fue superior que el tratamiento 5 y 6 (Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Características de la raíz de plántulas de espárragos tratadas con bioestimulantes y dos fuentes de fertilización.

Tratamiento	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de raíz (mm)	Diámetro de corona (cm)	Número de raíces	Número de yemas	Materia seca (%)
1	29.7 a	3.1 ab	6.4 a	38.4 ab	12.3 ab	28.3 ab
2	27.4 ab	3.2 a	6.0 ab	50.7 a	16.6 a	30.2 ab
3	26.0 abc	3.4 a	6.3 ab	52.6 a	15.6 a	34.3 a
4	23.0 abc	2.9 ab	3.2 c	24.1 b	8.1 b	26.1 ab
5	25.2 abc	2.8 ab	4.8 abc	40.3 ab	12.9 ab	24.1 c
6	18.4 c	2.2 b	3.9 c	37.7 ab	8.6 b	15.4 d
7	20.5b bc	2.7 ab	4.4 bc	40.0 ab	8.9 b	17.2 cd
8	21.0b bc	3.1 a	5.1 abc	44.3 a	12.3 ab	26.3 ab



Letras diferentes en la misma columna, significa que existen diferencias mínimas significativas ($p \leq 0.05$). 1: BCH + EAM; 2: BCH + L-A; 3: BCH + FH; 4: BCHT; 5: SNS + EAM; 6: SNS + L-A; 7: SNS + FH; 8: SNST; $n = 7$.

Los tratamientos de bocashi mezclados con bioestimulantes (T1-T3), mostraron mejores resultados en la mayoría de las variables, indicando que el bocashi (T4) individualmente no suplió las demandas nutricionales del espárrago verde. Benson (1987) señala que las condiciones de humedad influyen en el sistema radicular del espárrago y el bocashi como abono sólido complicaría la absorción de nutrimentos por estrés hídrico y su aplicación junto a un bioestimulante podría promover tolerancia al estrés hídrico (Gupta et al., 2021). Ghorbani et al. (2008), señalan que es necesario complementar los fertilizantes orgánicos con fuentes inorgánicas para alcanzar el máximo rendimiento de los cultivos. La SNST presentó mejores resultados que al ser mezclada con algún bioestimulante.

En general los tratamientos con bocashi en conjunto con los bioestimulantes presentaron mejores resultados. por lo que se puede decir que la combinación de estos productos orgánicos llega a ser estadísticamente igual a aquellos que tuvieron como base la fertilización química; estos resultados sugieren que es posible explorar otras opciones además de los fertilizantes minerales.

Referencias

- Benson, B. (1987). Morfología y fisiología del espárrago. En Tecnología de la producción de espárragos. Fundación Chile.
- Del Pozo, A. (1999). Morfología y funcionamiento de la planta. En M. I. González & A. Del Pozo (Eds.), *El cultivo del espárrago* (pp. 9–28). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Ghorbani, R., Wilcockson, S., Koocheki, A., & Leifert, C. (2008). Soil management for sustainable crop disease control: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 6(3), 149–162. <http://dx.doi.org/10.1007/s10311-008-0147-0>

Gupta, S., Doležal, K., Kulkarni, M. G., Balázs, E., & Van Staden, J. (2022). Role of non-microbial biostimulants in regulation of seed germination and seedling establishment. *Plant Growth Regulation*, 97, 271–313. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00794-6>

Kergosien, N., Stiger-Pouvreau, V., Connan, S., Hennequart, F., & Brébion, J. (2023). Mini review: Brown macroalgae as a promising raw material to produce biostimulants for the agriculture sector. *Frontiers in Agronomy*, 5, 1109989. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1109989>



02.

Cadenas productivas de las regiones cafetaleras

José Gervasio Partida-Sedas¹

María Ángeles

Romero-Rodríguez¹

Adrián Guillermo-Mendoza¹

Maribel Estudillo-de la Cruz¹

¹ Universidad Autónoma
Chapingo, Huatusco. México.

2.1. Estrategias de comercialización y posicionamiento del café de la sierra Otomí-Tepehua

Desde el año 2022 se ha trabajado de manera directa con cafeticultores de la Sierra Otomí-Tepehua, empezando con la caracterización de la producción y procesamiento del café en esta región de México. Durante 2024 el proyecto de continuación cambió de denominación para especificar el propósito de la investigación hacia el mercado: “Estrategias de comercialización para cafeticultores de la sierra

Otomí-Tepehua del Estado de Hidalgo, México”. Con este estudio se exploraron las diferentes alternativas de comercialización del café de esta región cafetalera del Estado de Hidalgo. A lo largo de este periodo, se han realizado entrevistas directas con los principales actores que intervienen en la comercialización del café en esta región.

Se encontró que el café de la sierra Otomí-Tepehua se comercializa principalmente como café “pergamino” obteniendo un precio medio rural de \$50 pesos por Kg, dicho precio está por debajo de los costos de producción de los cafecultores. De acuerdo con los testimonios recabados, sin duda el principal problema de la cadena de suministro del café en esta región es tener un único canal de comercialización regional, dominado por intermediarios que pagan precios muy bajos. Ante esta situación, se ha trabajado con el programa Producción para el Bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), junto con un grupo de productores innovadores con el objetivo de desarrollar una estrategia alternativa de comercialización.

Este proyecto del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras se inserta dentro de la línea de investigación de “Cadenas productivas de las regiones cafetaleras”. En esta línea cada año se estudia el tema de “tecnologías poscosecha y calidad de café” como un eje relevante de la cadena de suministro global de café, que se ha considerado necesario desarrollar debido a la falta de conocimientos generados en este tema.

A lo largo de estos años se ha caracterizado el procesamiento poscosecha, y su relación con la calidad, con el fin de acceder al mercado global, sobre todo al nicho de los cafés de alta gama, denominados de especialidad. En este eje de investigación se relaciona la cuestión tecnológica y la calidad, cuyo concepto está vinculado a las preferencias de los consumidores que permiten orientar las cadenas productivas para satisfacer a diferentes grupos sociales de consumidores.



Se realizaron una serie de actividades que permitieron el desarrollo del proyecto de investigación:

- Capacitaciones dirigidas en la producción y organización de café de especialidad, así como para diferenciar el café de la región sierra Otomí-Tepehua. Además, se realizaron monitoreos en campo y del procesamiento postcosecha. Se llevaron a cabo asambleas comunitarias para concientizar sobre los problemas de comercialización del café. Con estas acciones se participó en la subasta de cafés de especialidad organizada por la empresa “Legacy coffee” de la ciudad de Pachuca, Hidalgo.
- Se preparó un pequeño lote de café de especialidad de la Sierra Otomí-Tepehua, que se llevó a España para un estudio exploratorio de preferencias de consumo. Se recolectaron muestras de diferentes productores de Tenango de Doria. En el Laboratorio de Evaluación de la Calidad del Café (LECCAFE) se realizó el análisis sensorial de las muestras y se seleccionaron aquellas que cumplieran con el estándar de café de especialidad de acuerdo con la Specialty Coffee Association (2023).
- Se realizó un estudio de aceptación y preferencia de las muestras de café por parte de consumidores de Galicia, España específicamente la ciudad de Lugo y alrededores. El método de preparación de la bebida fue el de la cafetera italiana “Belletti”.
- Se aplicó la prueba a los consumidores siguiendo el protocolo de la norma UNE-EN ISO 11136 (Asociación Española de Normalización, 2017). Se contrastaron los datos de la prueba hedónica y sensorial mediante el software SensesBit.
- El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el software R, usando estadística descriptiva y análisis multivariado. Se identificaron las variables que tienen impacto en la preferencia y aceptabilidad del café artesanal de Tenango de Doria, Hidalgo. Esta parte de la investigación se integró a la tesis de licenciatura denominada “Estudio de preferencias de cafés de la sierra Otomí-Tepehua, Hidalgo; por consumidores de Lugo, España”.



- Se organizó un grupo de mujeres que tuestan su café artesanalmente y venden su producto en el mercado regional, como otra estrategia de comercialización del café de la sierra Otomí-Tepehua. Para concienciar el tema entre diferentes actores públicos y privados, se llevó a cabo la Primera Jornada de la Alimentación de las Regiones Cafetaleras de México, donde las mujeres de la sierra Otomí-Tepehua impartieron un taller de tostado artesanal en el Complejo Cultural de Los Pinos en la Ciudad de México.

Estrategia de incursión en el mercado de café de especialidad del café sierra Otomí-Tepehua

Durante el ciclo cafetalero 2024 se realizaron actividades de organización de los cafeticultores de la región sierra Otomí-Tepehua, desde la planeación de las actividades productivas de manejo del cafetal hasta el almacenamiento del grano. Posteriormente se realizó el proceso de capacitación y seguimiento técnico de las buenas prácticas de producción y manufactura para cafés del mercado de especialidad (Figura 2.1). Se integraron los lotes de café de 14 cafeticultores para participar en la subasta de las barras de café que se realizó en Pachuca, Hidalgo (Figura 2.2). Paralelamente se preparó un microlote de café de especialidad para enviarse a España (Figura 2.3).



Figura 2.1. Proceso de planeación, capacitación y seguimiento técnico de la producción de cafés para el mercado de especialidad en la sierra Otomí-Tepehua.



Figura 2.2. Participación de los cafeticultores en la subasta de cafés de especialidad organizado por Legacy Coffe en la ciudad de Pachucha, Hidalgo, del 18 al 20 de abril de 2024.



Figura 2.3. Cosecha y procesamiento de lotes de café de especialidad para integrar un microlote para el mercado español.

Estudio de preferencias de consumidores españoles del café de la sierra Otomí-Tepehua

El estudio incluyó a 68 consumidores. En el Mapa de Preferencia Externo (Figura 2.4) se visualizan los datos del análisis sensorial objetivo del panel de jueces y la distribución de las preferencias de los consumidores con

respecto a la valoración global. Las muestras presentan perfiles sensoriales diferentes, aunque todas comparten la nota de tostado en el flavor.



Figura 2.4. Análisis sensorial y de preferencias de los consumidores de Lugo, España.

En la esquina superior izquierda, la densidad de preferencia se relaciona con el olor a tostado, aunque ninguna muestra se acerca a esa zona. En contraste, en el extremo inferior derecho se encuentra la zona de alta densidad de preferencia, por la presencia de un bouquet de almendras y un dulzor intenso. La muestra con mayor aceptación y preferencia es la muestra “Hermanas Badillo”. La menor densidad de aceptación y preferencia de los consumidores se agrupa alrededor de la marca líder “Café Candelas”. de Lugo, Galicia, España, se puede explicar estaba baja intensidad de preferencia por su bouquet herbal (ruda, chícharo), cuerpo aguado y alta intensidad de salado. En términos generales, los cafés de la región Otomí-Tepehua, del Estado de Hidalgo, se agrupan en el lado derecho del MPE, mostrando una mayor densidad de preferencia en comparación con los cafés de las marcas Bralia y Candelas (Figura 2.5).



Valoración global

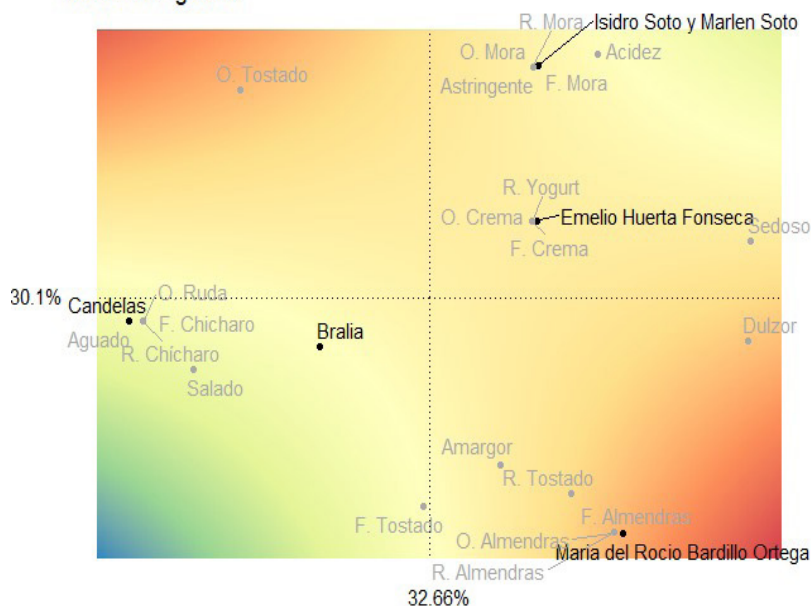


Figura 2.5. Mapa de preferencia externo donde confluyen los resultados del análisis sensorial del panel de jueces y las preferencias de los consumidores de Lugo, España.

Los resultados muestran una clara tendencia de los consumidores de Lugo, Galicia, España hacia los cafés de la sierra Otomí-Tepehua, explicada por el bouquet relacionado con frutas secas (almendras) y frutas rojas (moras).

Estrategia de venta de café tostado artesanalmente para el mercado regional

Una vía de recuperar el valor de la producción por parte de los cafecultores de la sierra Otomí-Tepehua es comercializar pequeños lotes de café tostado artesanalmente por las mujeres en sus hogares, utilizando comales de barro y leña de mismo cafetal como fuente de energía. Como una forma de visibilizar esta estrategia de supervivencia se organizó un taller de tostado artesanal de café en el Complejo Cultural de los Pinos de la Ciudad de México, que fue impartido por las cafecultoras artesanas. También se puso un stand de venta de su café, con gran aceptación por las personas que acudieron al centro cultural (Figura 2.6).



Figura 2.6. Realización de un taller y venta de tostado artesanal por parte de cafecultoras de la región Otomí-Tepehua.

El café que se produce en la región de la sierra Otomí-Tepehua tiene potencial para posicionarse en el mercado nacional e internacional de cafés de especialidad. Las estrategias de comercialización deben ser acompañadas por técnicos y debe tener un componente importante de investigación para fundamentar la calidad y reconocer las preferencias de los diferentes nichos de mercado. En cuanto al estudio de preferencias realizado con consumidores españoles, los mapas de preferencia internos y externo mostraron que el café de Tenango de Doria (particularmente la muestra “Hermanas Badillo”) y Café Bralia fueron las más apreciadas por los consumidores.

Estas presentaron atributos sensoriales más atractivos para los diferentes grupos de consumidores, resaltando las notas a tostado y almendras. Para el café de las hermanas Badillo resaltó el cuerpo de la bebida, sedoso, con notas a almendras, mora y crema; mientras que Café Bralia se caracterizó por un cuerpo aceitoso y notas exclusivamente tostadas.

El estudio reveló que el café originario de Tenango de Doria Hidalgo y el café Bralia tiene una mayor aceptación en los consumidores a comparación del café Candela, un café que es tostado y comercializado con origen en Lugo, España. Finalmente, la venta en el mercado regional de

tostado artesanal de café realizado por las cafeticultoras es otra estrategia factible de comercialización que permite recupera el valor añadido.

Referencias

- Asociación Española de Normalización. (2017). Análisis sensorial. Metodología. Guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en una zona controlada. (ISO 11136:2014). UNE-EN ISO 11136:2017. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0059486>
- Specialty Coffee Association. (2023). Calificación SCA: Así se evalúa el café de especialidad. <https://concafe.es/calificacion-sca-cafe-de-especialidad/>



2.2. Fortalecimiento de la cadena de valor del café en regiones minifundistas de México

José Gervasio Partida-Sedas¹

Maribel Estudillo-de la Cruz¹

Lucero Rocha-Bolaños¹

Antonio López-Escobedo²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

² Centro de Validación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Nayarit. México.

El Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) desarrolla proyectos orientados a generar soluciones viables para los desafíos técnicos, productivos, sociales, económicos, culturales y ecológicos de las comunidades de las regiones cafetaleras. Se procura que las investigaciones se realicen mediante procesos participativos de vinculación e intercambio de saberes.

En el Centro se consolida una de las líneas de investigación reconocida. Esta aborda la cadena productiva del café, integrando cada elemento desde la producción hasta el consumo. En este sentido se planteó este proyecto dentro de la convocatoria de Atención a Necesidades y Problemas en Áreas de Investigación Prioritarias para la Universidad Autónoma Chapingo PAP 2024. Fundamentalmente porque en las regiones cafetaleras se tienen altos índices de marginación y pobreza, más marcada en las comunidades serranas de población predominantemente indígenas.

La economía de los campesinos cafetaleros es de pequeña escala, basada en el trabajo familiar y en la producción para el autoconsumo, con un conjunto de actividades diversificadas que se combinan con la producción comercial del café (Dietz et al., 2021). Sus características implican el manejo de pequeñas parcelas, en territorios bajo propiedad social de la tierra





(ejidal o comunal) y el uso de tecnologías tradicionales de bajos insumos (Moguel y Toledo, 2004).).

La cadena de valor del café en México, organizando los procesos en cuatro grandes etapas: producción, comercialización o acopio, transformación y exportación y distribución. En México existe más de una forma o tipo de conformación de la cadena de valor del café. Esto tiene que ver básicamente con los siguientes factores: el desarrollo histórico de los agentes de la producción en las diversas regiones del país el producto de café obtenido; el nivel de tecnificación alcanzado en cada uno de los procesos en cada una de las cadenas de valor; el nivel de integración de las cadenas de valor con el mercado final; y el tipo de gobernanza sobre la cadena de valor (Diezt, et al.,2021).

Una de las causas de la pobreza de estas regiones se debe a la forma en que está estructurada la cadena de suministro de café a nivel local y global. Consideramos que existe un diagnóstico erróneo de la política cafetalera actual, que considera que la pobreza tiene su origen en los bajos ingresos por la venta de café debido a la baja productividad en campo (kg/hectárea). Sin embargo, el factor más importante se debe a la estructura que tiene la cadena de valor. Así, esta propuesta se enfocó a investigar la gobernanza de la cadena de valor para buscar estrategias para mejorar los ingresos del cafeticultor.

Las actividades realizadas en este proyecto fueron las siguientes:

Desarrollo de una metodología para la investigación acción: para el análisis de la cadena de valor se aplicó una técnica para recolectar datos cuali y cuantitativos, que permitieron encontrar hallazgos clave y a partir de ahí elaborar estrategias de intervención mediante proyectos. Esta metodología permitió reconocer los actores, actividades, flujos e influencias externas importantes asociadas con la transformación del café desde la producción agrícola hasta el consumo en los mercados finales (Figura 2.7).



Figura 2.7. Aplicación de la metodología de investigación acción participativa para la actualización de la cadena de valor del café con productores de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Nayarit.

Investigación acción participativa con cafeticultores:

Se realizaron recorridos de campo, talleres de capacitación y realización de eventos en los que se exploró la gobernanza de la cadena de valor de los cafeticultores de los Estados de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Hidalgo y Nayarit que colaboraron con el proyecto. Estas actividades permitieron conocer las causas que limitan la comercialización eficaz del café y la pérdida de valor para los productores (Figura 2.8).



Figura 2.8. Cursos y talleres de capacitación en agregación de valor en la cadena de suministro de café a productores de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Nayarit.



Recorridos de campo. Durante los recorridos de campo se obtuvo información para describir los principales procesos que realizan los cafeticultores en las cadenas de valor de suministro. Permitieron reconocer procesos como la producción, recolección y transporte de café “cereza” hasta la exportación y consumo final de productos en diferentes mercados.

Desde la perspectiva de la cadena de valor del café se ubicaron temas clave que inciden en el principal problema que es el precio medio rural al que se le paga a los cafeticultores. A partir del análisis de la cadena de valor se generó un cuestionario para realizar la investigación participativa. La información a analizar se deriva de las respuestas a las siguientes preguntas.

Procesos y canales de comercialización

1. ¿Cuáles son los principales procesos de la cadena de valor? (Producción, Procesamiento, Venta, Consumo final)
2. ¿Qué actividades son llevadas a cabo en cada proceso?
3. ¿Quiénes son los consumidores finales o los grupos de clientes a los que se dirige el producto?
4. ¿Qué canales de distribución se utilizan para hacer llegar el producto al mercado final? (mercado local, cooperativas, empresas, intermediarios)

Actores en la Cadena de Valor

1. ¿Quiénes son los actores involucrados en los procesos? ¿Cuántos son? ¿Cuál es su rol y función? (por ejemplo, productores, intermediarios, procesadores, distribuidores).
2. ¿Qué actores son responsables de la toma de decisiones estratégicas y cuáles están enfocados en operaciones diarias?

Esquematización inclusiva de la cadena de valor

1. ¿Dónde se encuentran las mujeres y los hombres en la cadena de valor?

2. ¿Qué roles desempeñan principalmente las mujeres, los hombres o son compartidos?

Flujo del producto, forma y volumen

Distribución geográfica de los flujos de productos, procesos, actores y mercados finales

1. ¿Cuáles son los métodos de transporte y almacenamiento empleados en cada fase del proceso?
2. ¿Qué factores afectan el flujo del producto a través de los distintos puntos de la cadena de suministro?

Relaciones y vínculos entre actores

1. ¿Cuáles son las personas o grupos que tienen más influencia o poder entre los productores de la comunidad?
2. ¿Qué servicios de apoyo externos (por ejemplo, técnicos, financieros) y mercados externos impactan directamente en la cadena de valor de sus productos?
3. ¿Participan en algún programa social o reciben algún tipo de apoyo gubernamental?
4. ¿Son parte de alguna asociación? ¿Qué rol desempeñan dentro de esta asociación?
5. ¿Cuáles son los problemas más comunes que enfrentan a lo largo de la cadena de valor?
6. ¿Cuáles son las limitaciones y oportunidades más importantes en cada paso de la cadena de valor, y en el mercado final?

Flujo de Información

1. ¿De qué manera se comparte la información importante en la cadena de valor? (Por ejemplo: reuniones, capacitaciones en persona).
2. ¿De qué manera obtuvo el conocimiento que aplica en su trabajo? ¿Se lo enseñó alguien en particular, o fue a través de capacitación formal? ¿Con qué frecuencia recibe la capacitación? ¿De qué temas?
3. ¿Recibe información sobre los requerimientos del mercado? ¿Qué información le comparte el comprador?





Análisis de la gobernanza

Reglas, regulaciones y normas

1. ¿Qué estándares, normas y reglamentos (formales e informales) deben cumplir los productores para acceder al mercado?
2. ¿Cuáles son las consecuencias o sanciones por incumplimiento?
3. ¿Los actores reciben comentarios sobre su cumplimiento real con las reglas? ¿Existen procesos de aprendizaje para garantizar el cumplimiento? ¿Hay sanciones o incentivos para fomentar el cumplimiento?
4. ¿Quién supervisa el cumplimiento de las normas y estándares?
5. ¿Cómo se comunican las normas en forma de instrucciones sobre, por ejemplo, las especificaciones de calidad, los costos, el tiempo de entrega, los insumos, el equipo y los procesos que se utilizarán para la producción?
6. ¿Hay directrices o contratos escritos? ¿Pueden los grupos entender los términos? ¿Se establecen claramente los requisitos de calidad en los contratos?

Análisis del procesamiento de café

Capacidad de producción

1. ¿Con qué maquinaria e instalaciones cuentan para la producción, procesamiento y venta de café?
2. ¿Cuál es el espacio para la producción y procesamiento de café?
3. Se tiene considerado ampliar la producción a acceder a otros mercados

Tecnología

1. Describa la tecnología usada en el lugar

Uso del conocimiento

1. ¿Qué tipo de conocimiento se utiliza en los diversos procesos de producción y transformación en la cadena de valor?

Innovación

1. ¿Qué innovaciones principales han sido desarrolladas recientemente y/o adoptadas en la cadena de valor?

Estimación de costos de producción

Costos de Establecimiento

Para cada labor: ¿Cuál fue el costo de realizar la labor y qué materiales o equipos se usaron? ¿Cuántas personas trabajaron en esta labor y cuánto tiempo tomó?

Costos de producción

Densidad y marco de plantación

1. ¿Cuál es la densidad de plantación por hectárea?
2. ¿Qué marco de plantación utiliza y por qué razón optaron por este tipo de trazo?

Fechas y labores para el establecimiento

1. ¿Cuándo se estableció la plantación y qué labores fueron necesarias durante el proceso?
2. ¿Cuánto tiempo y recursos se destinaron a cada una de estas labores?

Precios de la mano de obra, materiales e insumos

1. ¿Cuál es el costo actual de la mano de obra para las actividades principales (poda, riego, cosecha, etc.)?
2. ¿Cuánta mano de obra proviene de la familia y cuánta es asalariada?
3. ¿Cuál es la frecuencia con la que contratan trabajadores externos?
4. ¿Cuánto suelen costar los insumos necesarios, como fertilizantes y otros productos?
5. ¿Qué tipo de materiales utilizan en la producción y cuál es el costo promedio de cada uno? ¿cuál es su vida útil estimada?
6. ¿Dónde suelen adquirir los materiales e insumos para la producción?
7. ¿Existen proveedores locales o prefieren acudir a distribuidores más grandes?



Precio de los fletes

1. ¿Cuál es el costo de transporte para la adquisición de materiales e insumos?
2. ¿A quién recurren para el transporte y con qué frecuencia?

Rendimientos

1. Precio de venta del producto.
2. ¿Cuál es el rendimiento por hectárea en cada ciclo productivo?

Investigación acción participativa con cafecultores

De acuerdo con la metodología aplicada se pudo generar de manera participativa una sistematización de las acciones a realizar para actualizar la cadena de valor con el objetivo de mejorar los ingresos de los cafecultores. En la tabla 2.1 se muestran las limitaciones encontradas para actualizar la cadena de valor y en la tabla 2.2 las posibles soluciones de un estudio de caso de una pequeña organización de cafecultores de la Sierra de Huautla en el Estado de Oaxaca.

Tabla 2.1. Principales limitaciones para la actualización de la cadena de valor.

Actores de la cadena	Limitaciones clave
Mujeres	Poca participación Participación no reconocida y/o valorada Trabajo no remunerado económicamente
Socios	Poca coordinación Poca participación de dos socios Mala organización No hay un buen trabajo en equipo
Productores externos	Bajo precio del café Temporales
Trabajadores	Temporales



Tabla 2.2. Soluciones y estrategias para la actualización de la cadena de valor.

Problemática	Soluciones	Estrategia de actualización
Sólo cuentan con una normatividad interna	Registrarse como asociación de productos orgánicos. Nombramiento de un comité encargado de esta área	Coordinación horizontal
Falta de tecnología en el procesamiento secundario	Adquisición de una secadora a gas,	Actualización del proceso
No hay una administración de los costos	Nombramiento de un comité encargado de la administración de costos.	Coordinación horizontal
No presentan estrategia de comercialización	Nombrar u contratar un encargado especialmente para el área de ventas.	Coordinación horizontal
Poca participación de la mujer	Fomentar la participación de la mujer, contratándolas oficialmente y pagándoles un salario justo.	Actualización de un ambiente apto
Bajo precio del café durante la primera comercialización	Ofrecer un precio más alto a estos productores, siempre y cuando sea favorable económicamente para la asociación.	Coordinación vertical Actualización del producto
Trabajadores temporales	En el termino de la beca, continuar contratando a los trabajadores actuales, siempre y cuando sea favorable económicamente para la asociación.	Actualización funcional

En los recorridos de campo se contrastó la metodología aplicada con las prácticas realizadas por los cafeticultores y sus formas de organización. La cadena de valor de los productores está limitada principalmente por la poca producción presente, debido a que las plantaciones son longevas, y apenas con dos años de haber empezado el proceso de renovación. Lo que se produce va destinado al mercado local que se encuentra dentro de un nicho



cautivo donde los compradores son quienes fijan el precio.

Dentro de la cadena de valor han intervenido múltiples actores que de alguna manera han dejado aprendizajes y nuevas técnicas de procesamiento, aunque dentro de los procesos realizados pocas son las innovaciones y quienes las realizan son productores que tienen algún tipo de formación profesional o la edad han tenido alguna influencia. Dentro del dialogo con los productores se discutieron las posibles soluciones para actualizar la cadena de valor para afrontar las limitaciones encontradas en cada caso (Figura 2.9).



Figura 2.9. Recorridos de campo para contrastar las estrategias de actualización de la cadena de valor con productores de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Nayarit.

La metodología acción participativa aplicada en esta investigación permitió identificar los factores importantes en la organización de la cadena de valor del café, así como son los principales problemas a los que se enfrentan los cafeticultores minifundistas. Las limitaciones que enmarcan los productores son la falta de compradores fijos, la incertidumbre respecto a los precios al inicio de la cosecha, escasez de mano de obra, precios deficientes que no alcanza para invertir en los materiales y herramientas.

La gobernanza de la cadena de valor de café se distingue por ser cautiva, las empresas que dominan los mercados fijan los precios, y los productores, al no tener acceso a otros canales de comercialización se ven obligados

a vender el café bajo condiciones que no favorecen su economía.

Referencias

- Dietz, T., Grabs, J., & Chong, A. E. (2021). Mainstreamed voluntary sustainability standards and their effectiveness: Evidence from the Honduran coffee sector. *Regulación y gobernanza*, 15(2), 333-355. <https://doi.org/10.1111/rego.12239>
- Moguel, P., & Toledo, V. M. (2004). *Conservar produciendo: Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/Biodiv55.pdf

2.3. Producción y caracterización del queso tetilla en las regiones cafetaleras de Nayarit: avances y perspectivas

José Gervasio Partida-Sedas¹

Antonio López Escobedo²

Maribel Estudillo-de la Cruz¹

Emmanuel Hernández-Domínguez¹

José Orlando Rojas-Reyes¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

² Centro de Validación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Nayarit. México.

En México, la producción de queso artesanal desempeña un papel importante en la sostenibilidad de las micro regiones ya que dinamiza las economías, disminuye la migración y preserva sus tradiciones alimentarias singulares. Los quesos mexicanos representan identidad e historia, producto de la mezcla de riqueza cultural y biodiversidad, derivadas de la sabiduría local heredada, de los usos y costumbres y el saber hacer de los maestros queseros y los recursos locales existentes, por lo tanto, para este tipo de productos el espacio geográfico y el territorio representan el primer elemento de identidad (Villegas et al., 2014). Sin embargo, uno de los problemas que enfrentan es su permanencia en el mercado debido a la competencia desleal de los quesos industriales.

En el estado de Nayarit la producción de lácteos juega un papel fundamental como medio de ingresos para los productores, principalmente de zonas rurales, los cuales se han quedado rezagados en la competencia productiva debido a las dificultades en su proceso de adaptación a las tendencias de un mercado globalizado.

Ante la falta de información, se propone que se rescate el conocimiento tradicional para establecer como una estrategia viable de producción de quesos artesanales



en las en las regiones cafetaleras, en este caso del Estado de Nayarit, en donde la ganadería minifundista aproveche la leche para la elaboración de queso artesanal tetilla, como fuente de proteína y aportar a la seguridad alimentaria de sus comunidades. Es necesario preservar el conocimiento local, así como realizar innovaciones que les permitan continuar como parte de la cultura alimentaria de las sociedades en que tuvieron origen, pero sin perder las características de artesanal y genuino.

Frente a las problemáticas que se enfrenta en la quesería artesanal es necesario que se establezcan estrategias para revalorizar estos productos, que mejoren su calidad y seguridad, así como impulsar su comercialización. Además, se debe promover el consumo de quesos auténticos sobre imitaciones, esto beneficia la sustentabilidad de la quesería, preserva empleos y sostiene comunidades locales.

El objetivo del proyecto fue caracterizar el proceso artesanal de elaboración del queso tetilla en las regiones cafetaleras del estado de Nayarit para identificar las deficiencias y problemáticas a las que se enfrentan los productores y con esto proponer alternativas que ayuden a mejorar los procesos y se brinde una mejor calidad en sus productos.

El proceso metodológico se divide en dos etapas:

Primera etapa

- Se realizó una investigación previa del contexto en el que se encuentran las regiones cafetaleras y el sistema de producción de queso tetilla del estado de Nayarit, así como la producción del queso tetilla con Denominación de Origen en Galicia. España.
- Mediante el apoyo de instituciones y autoridades de las regiones cafetaleras del estado de Nayarit se ubicaron las principales comunidades que se dedican a la producción de queso tetilla.
- Se generaron cuestionarios semi estructurados que permitieron obtener la información suficiente de los productores para caracterizar el sistema de

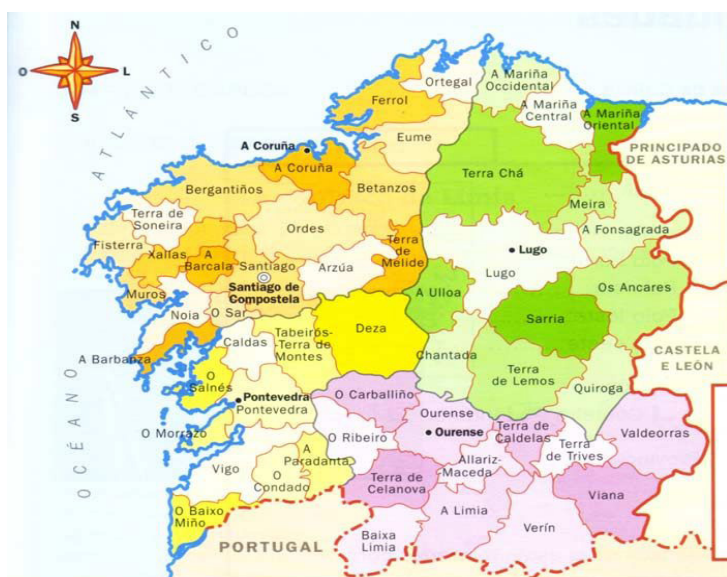


Memoria de trabajos del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras 2024

- 

54

- Hasta el momento, con las investigaciones realizadas se han ubicado los principales rasgos característicos de la producción de queso tetilla en Galicia, España y Nayarit, México (Figura 2.10).



Fuente: Fernández (2020).

El queso tetilla en Galicia, España

El queso tetilla es originario de Galicia, España; y cuenta con Denominación de Origen Protegida (DOP), en la actualidad se elaboran principalmente a partir de leche pasteurizada de vaca (De Oliveira et al., 2022). La zona de producción se encuentra en Galicia (en el noroeste de España), una región con una fuerte tradición en la elaboración de quesos. Un tercio (aproximadamente 2 000 millones de litros en el 2005) del total de la leche de vaca española se produce en Galicia, y los quesos Arzúa-Ulloa y Tetilla representan alrededor del 24% (más de 4,8 millones de kg) de la producción total anual de quesos DOP de leche de vaca fabricados en España (Rodríguez et al., 2009).

Estancia en el Aula de Productos Lácteos y Tecnologías Alimentarias (APLTA) en Galicia, España.

A través del Convenio entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad Autónoma Chapingo, se desarrolló una estancia en el Aula de Productos Lácteos y Tecnologías Alimentarias (APLTA) de la Universidad de Santiago de Compostela en Lugo, España. Se identificaron las tecnologías aplicadas para la elaboración de quesos, principalmente el tipo “tetilla” así como conocer las normas que se deben de cumplir para ser distinguido como un queso con denominación de origen. También se tuvo la oportunidad de realizar visitas a diferentes unidades productoras de quesos artesanales de la región de Galicia y las instalaciones del Consejo Regulador de la Denominación de Origen del Queso “Tetilla”. Esta estancia permitió tener las bases para hacer una comparación con los sistemas de producción de queso “tetilla” en Nayarit.

Características del queso tetilla de Galicia, España

De acuerdo con la Xunta de Galicia, para que un queso tetilla tenga Denominación de Origen (D.O.) debe de cumplir ciertas normas y características, las más importantes son: que la leche que se emplee en



la elaboración del queso tetilla debe ser el producto natural íntegro, procedente del ordeño de vacas de las razas rubia gallega, frisona o pardo alpina, o de sus cruces, pertenecientes a explotaciones situadas dentro de la zona geográfica definida. La leche no debe contener calostros, ni conservantes. De acuerdo con el pliego de condiciones DOP del queso Tetilla (2020), no se permite ningún procedimiento de estandarización o manipulación que cambie la composición inicial de la leche. No se puede mezclar con otra leche que no proceda de ganaderías inscritas ni con leche de vacas que no pertenezcan a las razas previstas en el pliego de condiciones.

Así mismo, se han realizado estudios acerca de características microbianas presentes en lotes de queso tetilla y en los cuales se ha identificado cual es el potencial de los cultivos microbianos adjuntos, incluidas las cepas de *Kocuria varians* y/o *Yarrowia lipolytica*, en la recuperación del perfil sensorial típico del queso Tetilla tradicional (de leche cruda). De acuerdo con el recorrido de campo realizado, se constató el grado de especialización de la tecnología de producción de queso y el apoyo de la Unión Europea; un alto de organización y coordinación mediante el Consejo Regulador de la Denominación de Origen (Figura 2.11 y Figura 2.12).



Figura 2.11. Estancia en el Aula de Productos Lácteos y Tecnología Agroalimentaria, en Lugo, España.



Figura 2.12. Proceso de elaboración de queso tetilla en Galicia, España. A) cuajado de la leche, B) deshidratado de la cuajada, C) prensado de la pasta en moldes, D) forma característica del queso tetilla, E) madurado de los quesos y F) comercialización de los quesos con el sello de la D.O. Queso Tetilla Galicia Calidade.

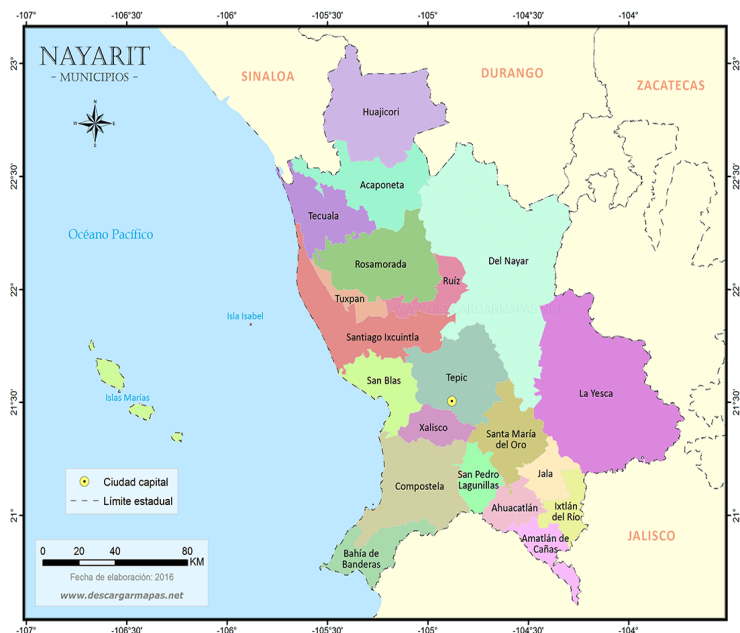


Figura 2.13. Municipios del Estado de Nayarit, México.

El queso tetilla de Nayarit México

Las regiones cafetaleras en México en su mayoría están conformadas por productores minifundistas que han buscado alternativas económicas al café, tal es el caso de Nayarit (Figura 2.13). Villegas et al. (2016) han documentado la elaboración artesanal de este queso en

Nayarit y confirma su origen español. Sin embargo, poco se ha argumentado sobre la similitudes y diferencias entre ambos quesos.

En el estado de Nayarit la producción de lácteos juega un papel fundamental como medio de ingresos para los productores, principalmente de zonas rurales, los cuales se han quedado rezagados en la competencia productiva. La producción de queso tetilla es una forma de darle valor agregado a la leche que se produce en algunas zonas productoras de café en los municipios de Compostela, Xalisco, Tepic, Rosamorada, Tuxpan, Ruíz, Tecuala y Acaponeta, ubicados en la región norte del estado, donde funcionan explotaciones pecuarias destinadas principalmente a la producción de carne de bovino, y para las que la ordeña es una actividad marginal, aunque cada vez adquiere mayor importancia (Villegas et al., 2016).

Villegas et al. (2016) mencionan que el queso de tetilla de Nayarit es fresco, ligeramente madurado o madurado completamente; para elaborarlo se utiliza leche cruda de vacas de doble propósito, generalmente cruza de pardo suizo y cebú. Uno de sus rasgos característicos es su forma, que semeja un volcán o un seno. Su forma característica la obtiene durante el “moldeo” de la pieza, a mano.

Así mismo menciona que; con el tiempo se han dado dos cambios que trastocan la esencia del queso original; el primero es el hecho de que su elaboración pasó de ser estacional a realizarse durante todo el año; el segundo es la oferta insuficiente del mismo en relación con la demanda que existe por parte de los consumidores, lo cual hace que se comercialice fresco, que no se tenga un cuidado de afinación adecuado; este segundo aspecto es el que está influyendo en la transformación de la forma del queso y en la pérdida de su maduración. Se confirma lo descrito por Villegas et al. (2016), el conocimiento es tradicional, la tecnología es rudimentaria, la actividad se encuentra desarticulada y no existe apoyo del Estado (Figura 2.14).





Figura 2.14. Proceso de elaboración de queso tetilla en Nayarit, México. A) cuajado de la leche, B) deshidratado de la cuajada, C y D) prensado de la pasta, E) forma característica del queso tetilla, F) madurado de los quesos y G) comercialización de los quesos con una capa pasta de chile guajillo.

Análisis sensorial de quesos tetilla

Se realizó un análisis sensorial comparativo del queso tetilla de Galicia y de Nayarit, que permitió identificar las características de cada uno. Se evaluaron cuatro muestras de queso, tres eran de la región de Rosa Morada del Estado de Nayarit, México y una de la región de Galicia, España. Las muestras fueron codificadas y presentadas de manera monódica secuencial a un panel de jueces entrenados.

A través de un cuestionario previamente diseñado en Microsoft Forms®, se evaluaron de manera cuantitativa las intensidades de los atributos sensoriales del queso y de manera cualitativa los descriptores sensoriales. La escala utilizada para las intensidades fue de 1 a 10; los atributos evaluados fueron: color (se diseñó una escala de colores para que los jueces identificaran el que más se asemejaba a la muestra que estaban evaluando), olor, flavor, adherencia, humedad (sensación en boca), elasticidad, dureza y regusto. También se evaluó el gusto básico salado, amargo, acidez y dulzor.

De las muestras evaluadas; los quesos semi curados del Estado de Nayarit presentaron mayor dureza, menor elasticidad, humedad y adherencia. En cuanto a los

descriptores sensoriales se encontraron notas a ajo, cebolla, laurel, cuero. Por su parte, el queso de Galicia presento notas a yogur, leche fresca y mantequilla. La muestra de queso fresco tetilla de Nayarit presento menor dureza, más elasticidad, humedad y adherencia, el perfil sensorial se caracterizó por tener notas a leche fresca, hierba recién cortada y notas ligeras a cítricos. En cuanto al gusto básico los quesos semi curados de Nayarit presentaron mayor salado, mientras que el de España tuvo balance entre salado y dulzor (Figura 2.15).



Figura 2.15. Análisis sensorial de quesos tetilla de Galicia, España y de Nayarit, México.

La quesería en las regiones cafetaleras de Nayarit constituye una actividad marginal dentro del panorama productivo local. La producción del queso tetilla en esta zona es completamente artesanal y se realiza en instalaciones rústicas, sin contar con procesos estandarizados ni tecnología especializada. Este queso se destina principalmente a consumidores nostálgicos, lo que limita su producción y restringe su alcance en el mercado. Además, no existe apoyo institucional significativo por parte del gobierno para su rescate, fomento o promoción, lo que dificulta su desarrollo y visibilidad.

En contraste, los productores del queso Tetilla con denominación de origen en Galicia, España, cuentan con un respaldo estatal sólido. Sus instalaciones son especializadas, emplean tecnología estandarizada

y regulada, y garantizan productos con el sello de denominación de origen, lo que asegura autenticidad, inocuidad y calidad sensorial reconocida tanto en el mercado local como en Europa. Esta estructura genera alta demanda y posiciona al queso como un producto competitivo a nivel internacional.

Estas diferencias evidencian que existe un potencial importante para fomentar y desarrollar la quesería artesanal en las regiones cafetaleras de Nayarit. Para lograrlo, es necesario establecer redes de producción e innovación que integren a diferentes actores, incluyendo productores, comerciantes y consumidores, pero con un papel fundamental del Estado en la regulación, promoción y apoyo técnico. Solo mediante la articulación de estos esfuerzos se podrá garantizar la sustentabilidad, la calidad y la competitividad del queso artesanal en la región.

Referencias

- De Oliveira Filho, E. F., Miranda, M., Ferreiro, T., Herrero-Latorre, C., Castro Soares, P., & López-Alonso, M. (2022). Concentrations of Essential Trace and Toxic Elements Associated with Production and Manufacturing Processes in Galician Cheese. *Molecules* (Basel, Switzerland), 27(15), 4938. <https://doi.org/10.3390/molecules27154938>
- Fernández, M. (2020). La larga noche neoliberal en Galicia. Sin Permiso. <https://www.sinpermiso.info/textos/la-larga-noche-neoliberal-en-galicia>
- Rodríguez-Alonso, P., Centeno, J. A., & Garabal, J. I. (2009). Comparison of the volatile profiles of Arzúa-Ulloa and Tetilla cheeses manufactured from raw and pasteurized milk. *LWT - Food Science and Technology*, 42(10), 1722–1728. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.04.002>
- Villegas de Gante, A., Cervantes-Escoto, F., Cesín Vargas, A., Espinoza-Ortega, A., Hernández-Montes, A., & Santos Moreno, A. (2014). Atlas de los quesos mexicanos genuinos (Primera edición). Colegio de Postgraduados.
- Villegas de Gante, A., Santos Moreno, A., & Cervantes-Escoto, F. (2016). Los quesos mexicanos tradicionales (Primera edición). Juan Pablos.





03.

Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad y la gestión de recursos naturales

3.1. Ganadería bovina sostenible y regenerativa en Tenango de Doria: sanidad, nutrición y manejo integral

Héctor Tecumshé
Mojica-Zárate¹

Dulce María Lezama-Juárez¹

José Gervasio Partida-Sedas¹

Francisco Javier López-García¹

Sebastián Antonio-Hurtado¹

Sergio Alejo-Bello¹

¹ Universidad Autónoma
Chapingo, Huatusco. México.

La ganadería bovina se erige como un pilar fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico global, debido a su capacidad de producir alimentos de alto valor nutricional y generar ingresos para millones de

familias (Sherwood y Uphoff, 2000; Shrestha et al., 2020). La integración de sistemas de cultivo perennes con la ganadería bovina no solo promueve la producción sostenible de carne y leche, sino que también mejora la salud del suelo, incrementa la biodiversidad y contribuye a la mitigación del cambio climático (Augarten et al., 2023; Ritchie, 2020; Sher et al., 2024).

Estos sistemas integrados permiten un aprovechamiento más eficiente de los recursos naturales, incrementan la productividad del agua y del forraje (Heinke et al., 2020), y fomentan prácticas regenerativas que fortalecen la resiliencia de los ecosistemas agrícolas frente a la presión ambiental y el cambio climático. Además, la ganadería bovina contribuye a la economía rural al generar empleo y oportunidades de desarrollo local, constituyéndose en un motor para la estabilidad socioeconómica de comunidades dependientes de la producción agropecuaria (Sarvaas, 2025).

No obstante, la ganadería bovina enfrenta desafíos sanitarios y productivos que afectan su sostenibilidad y competitividad. Enfermedades como la mastitis, la diarrea viral bovina, la brucelosis y las enfermedades respiratorias, junto con la resistencia antimicrobiana (Pratelli & Padalino, 2022; Taylor et al., 2010; Touza-Otero et al., 2024), representan amenazas significativas para la productividad del ganado y la inocuidad alimentaria (Avila-Granados et al., 2019; Cummings et al., 2022; Lanyón et al., 2014; Morales-Ubaldo et al., 2023).

La implementación de estrategias preventivas y de manejo sostenible, incluyendo el uso eficiente de micronutrientes como el cobre y la adopción de prácticas de control etnoveterinario validadas (Du et al., 1996; Pathak et al., 2024), es crucial para garantizar la productividad y la rentabilidad de la ganadería. La salud animal, por tanto, se convierte en un factor determinante para la seguridad alimentaria global, ya que asegura la producción continua de alimentos de calidad, protege la inversión económica de los productores y fortalece los sistemas de agronegocios dependientes de la ganadería bovina (Gómez-Romero et al., 2017; Sarvaas, 2025).





La ganadería bovina en las zonas rurales de México, proporción proteínas de alto valor biológico y sustento para comunidades campesinas e indígenas. No obstante, este sector enfrenta actualmente una encrucijada crítica debido a la convergencia de desafíos ambientales y tecnológicos. En el estado de Hidalgo, específicamente en el municipio de Tenango de Doria, la actividad ganadera se desarrolla en condiciones de alta vulnerabilidad sistémica, influenciada por una orografía accidentada con altitudes que oscilan entre los 1,200 y 2,400 metros sobre el nivel del mar y una marcada estacionalidad climática que condiciona la disponibilidad de recursos críticos.

La problemática en esta región es multidimensional. Por un lado, existe un rezago tecnológico y un limitado acceso a servicios veterinarios especializados, lo que se traduce en una gestión sanitaria deficiente y bajas tasas de productividad. Por otro lado, la persistencia de enfermedades zoonóticas, como la rabia paralítica bovina, y la alta incidencia de ectoparásitos representan una amenaza constante tanto para el patrimonio de los productores como para la salud pública. A este panorama se suman deficiencias nutricionales profundas derivadas de suelos con escasa disponibilidad mineral, lo que compromete la respuesta inmunológica y reproductiva del hato.

Frente a esta realidad, resulta imperativo transitar hacia un modelo de ganadería sostenible que integre el conocimiento científico con la experiencia empírica local. El presente documento analiza la implementación de estrategias integrales basadas en la suplementación mineral estratégica, el manejo holístico de potreros y la gestión eficiente del agua como mecanismos para fortalecer la resiliencia de los sistemas ganaderos en ecosistemas de montaña. La sostenibilidad no es solo una meta ambiental, sino una condición necesaria para la viabilidad económica y social de las familias rurales.

El análisis presentado en este estudio se fundamenta en un enfoque metodológico cualitativo y participativo, derivado de un diagnóstico sanitario y observacional realizado en el núcleo ganadero de San Isidro, Tenango

de Doria. El diseño de la investigación se estructuró a través de visitas de campo sistemáticas y entrevistas en profundidad con productores locales, lo que permitió identificar de manera directa las limitaciones estructurales y las prioridades sentidas por la comunidad ganadera.

Para el diagnóstico sanitario, se utilizó la observación directa de signos clínicos en los animales, centrando el interés en patologías que afectan los sistemas nervioso y digestivo, con especial atención a los brotes de rabia parálitica bovina. Asimismo, se realizó una evaluación de las prácticas de manejo actuales, incluyendo el uso de recursos forrajeros, la calidad del agua de consumo y los esquemas de vacunación y desparasitación vigentes.

En el componente nutricional, la metodología integró el análisis de las interacciones minerales mediante el Diagrama de Mulder para comprender los antagonismos y sinergias que ocurren en suelos de agostadero. Finalmente, se evaluaron alternativas tecnológicas de bajo costo, como el uso del ariete hidráulico para la gestión hídrica, con el fin de proponer soluciones adaptadas a la topografía de la Sierra Madre Oriental. Este ejercicio de vinculación e intercambio de saberes permitió construir una propuesta técnica contextualizada y participativa.

Los hallazgos del estudio revelan que la baja productividad en Tenango de Doria es consecuencia de una interacción compleja entre factores sanitarios, nutricionales y de gestión ambiental. A continuación, se sintetizan los resultados bajo tres ejes fundamentales para la transformación del sector.

1. El Binomio Nutrición Mineral y Salud Inmunológica
Se identificó que las carencias minerales actúan como el factor limitante “invisible” de la producción regional. Los suelos y forrajes locales presentan deficiencias severas en minerales estructurales (Calcio, Fósforo, Magnesio) y elementos traza (Zinc, Cobre, Selenio). Esta situación desencadena patologías metabólicas críticas: la hipocalcemia posparto en vacas lecheras, la enfermedad del músculo blanco en terneros causada por la deficiencia de selenio y la osteomalacia en adultos debido a la falta de fósforo.



Un resultado significativo es la estrecha relación entre la suplementación mineral y la resistencia a ectoparásitos. Minerales como el zinc fortalecen la integridad de la piel, actuando como una barrera natural que, en conjunto con el cobre y el selenio, potencia la respuesta inmunológica ante las picaduras de garrapatas y moscas hematófagas. La adopción de premezclas diseñadas específicamente para las necesidades del hato, considerando la etapa de desarrollo y las carencias del suelo se confirma como una herramienta clave para reducir el uso de acaricidas químicos y prevenir la transmisión de hemoparásitos como la anaplasmosis y la babesiosis.

2. Innovación en la Gestión de Recursos: Agua y Forraje
En el contexto de la topografía accidentada de la región, el manejo estratégico del agua es determinante. Los resultados sugieren que el uso del ariete hidráulico es la tecnología más eficiente para la zona, ya que permite elevar agua a depósitos en áreas altas sin necesidad de energía eléctrica, facilitando la distribución por gravedad hacia bebederos estratégicos. Esto garantiza el acceso “ad libitum” al agua limpia, factor indispensable para la digestión y el rendimiento productivo.

Paralelamente, se observó que el manejo tradicional de pastoreo extensivo conduce a la degradación del suelo y al sobrepastoreo. La transición hacia el pastoreo rotacional controlado permite periodos de descanso necesarios para la recuperación de la biomasa vegetal y el fortalecimiento radicular. Especies forrajeras adaptadas como el King grass y leguminosas como la Leucaena no solo mejoran la calidad de la dieta, sino que favorecen la fijación de nitrógeno y la restauración de la fertilidad del suelo.

3. Ganadería Regenerativa y la “Bomba de Carbono”
El estudio resalta el potencial de la ganadería regenerativa como un enfoque restaurativo. A diferencia del modelo convencional, este sistema utiliza al ganado como un agente de mejora ecológica mediante la gestión de la defoliación y el aporte de materia orgánica a través del pisoteo y deyecciones. Este proceso activa la denominada “bomba de carbono”, donde suelos sanos y fúngicos capturan carbono atmosférico y lo almacenan



en el perfil profundo del suelo, mitigando así los efectos del cambio climático. Los sistemas silvopastoriles, que integran árboles y arbustos, no solo diversifican los ingresos del productor, sino que mejoran el bienestar animal al proporcionar sombra y microclimas estables.

La ganadería en Tenango de Doria enfrenta desafíos que no pueden ser resueltos mediante intervenciones aisladas; se requiere un enfoque sistémico que reconozca la interdependencia entre la salud del suelo, la nutrición animal y la sanidad preventiva. Una de las conclusiones primordiales es que la sanidad animal exitosa comienza con una nutrición mineral equilibrada. Un hato con niveles óptimos de minerales traza es intrínsecamente más resistente a patologías y ataques parasitarios, lo que reduce la dependencia de insumos externos y mejora la rentabilidad del pequeño productor

Asimismo, la implementación de protocolos sanitarios participativos que incluyan calendarios de vacunación adaptados a las zoonosis locales como la rabia es fundamental para proteger la salud pública y el patrimonio rural. La tecnología del ariete hidráulico y las prácticas de pastoreo rotacional emergen como soluciones de bajo costo y alto impacto para ecosistemas montañosos.

En última instancia, la transición hacia la ganadería regenerativa ofrece un camino hacia la resiliencia climática y la soberanía alimentaria. Al restaurar los procesos vitales del ecosistema, la ganadería deja de ser una actividad degradadora para convertirse en una herramienta de conservación ambiental. El éxito de este modelo dependerá de la formación continua de los productores y de la vinculación estrecha entre las instituciones académicas y las comunidades locales, asegurando que la ciencia esté al servicio de la vida rural.

Referencias

Augarten, A. J., Rehkamp, K. J., Hlubik, W. T., Rieke, E. L., & Liebman, M. (2023). Cropping systems with perennial vegetation and livestock integration promote soil health. *Agricultural & Environmental Letters*, 8(1), e20100. <https://doi.org/10.1002/ael2.20100>





- Avila-Granados, L. M., Garcia-Gonzalez, D. G., & Zambrano-Varon, J. L. (2019). Brucellosis in Colombia: Current status and challenges in the control of an endemic disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 321. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00321>
- Cummings, D. B., Meyer, N. F., & Step, D. L. (2022). Bovine respiratory disease considerations in young dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 38(1), 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.11.007>
- Du, Z., Hemken, R. W., Jackson, J. A., & Trammell, D. S. (1996). Utilization of copper in copper proteinate, copper lysine, and cupric sulfate using the rat as an experimental model. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1657–1663. <https://doi.org/10.2527/1996.7471657x>
- Gómez-Romero, N., Basurto-Alcántara, F. J., Verdugo-Rodríguez, A., Bauermann, F. V., & Ridpath, J. F. (2017). Genetic diversity of bovine viral diarrhea virus in cattle from Mexico. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(3), 362–365. <https://doi.org/10.1177/1040638717690187>
- Heinke, J., Lannerstad, M., Gerten, D., Havlík, P., Herrero, M., Notenbaert, A. M. O., Hoff, H., & Müller, C. (2020). Water use in global livestock production—Opportunities and constraints for increasing water productivity. *Water Resources Research*, 56(12). <https://doi.org/10.1029/2019WR026995>
- Lanyón, S. R., Hill, F. I., Reichel, M. P., & Brownlie, J. (2014). Diarrea viral bovina: Patogénesis y diagnóstico. *La Revista Veterinaria*, 199(2), 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.024>
- Morales-Ubaldo, A. L., Rivero-Perez, N., Valladares-Carranza, B., Velázquez-Ordoñez, V., Delgadillo-Ruiz, L., & Zaragoza-Bastida, A. (2023). Bovine mastitis, a worldwide impact disease: Prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches. *Veterinary and Animal Science*, 21, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100306>

- Parkins, J. J., & Holmes, P. H. (1989). Effects of gastrointestinal helminth parasites on ruminant nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 2(1), 227–246. <https://doi.org/10.1079/NRR19890016>
- Pathak, S., Parekh, B., Desai, R., & Parmar, K. (2024). Sustainable mastitis management in dairy cattle: A review and commentary focused on countries that use ethnoveterinary medicine and validation strategies. *Discover Plants*, 1, 72. <https://doi.org/10.1007/s44372-024-00082-3>
- Pratelli, A., & Padalino, B. (2022). Editorial: Evolving prospects of bovine respiratory diseases and management in feedlot cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.854844>
- Ritchie, M. E. (2020). Grazing management, forage production and soil carbon dynamics. *Resources*, 9(4), 49. <https://doi.org/10.3390/resources9040049>
- Sarvaas, C. (2025). Why agribusiness depends on keeping animals healthy. *Reuters Sustainability*. <https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/comment-why-agribusiness-depends-keeping-animals-healthy-2025-02-24/>
- Sher, A., Li, H., Ullah, A., Hamid, Y., Nasir, B., & Zhang, J. (2024). Importance of regenerative agriculture: Climate, soil health, biodiversity and its socioecological impact. *Discover Sustainability*, 5, 462. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00662-z>
- Sherwood, S., & Uphoff, N. (2000). Soil health: Research, practice and policy for a more regenerative agriculture. *Applied Soil Ecology*, 15(1), 85–97. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00074-3](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00074-3)
- Shrestha, B. M., Bork, E. W., Chang, S. X., Carlyle, C. N., Ma, Z., Döbert, T. F., Kaliaskar, D., & Boyce, M. S. (2020). Adaptive multi-paddock grazing lowers soil greenhouse gas emission potential by altering extracellular enzyme activity. *Agronomy*, 10(11), 1781. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111781>



Taylor, J. D., Fulton, R. W., Lehenbauer, T. W., Step, D. L., & Confer, A. W. (2010). The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? *The Canadian Veterinary Journal*, 51(10), 1095–1102. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21197200/>

Touza-Otero, L., Landin, M., & Diaz-Rodriguez, P. (2024). Fighting antibiotic resistance in the local management of bovine mastitis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 170, 115967. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115967>

3.2. Metabolismo rural y condición campesina en una comunidad otomí de San Nicolás, Tenango de Doria, Hidalgo

Francisco Javier López-García¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

El concepto de metabolismo ha sido empleado con distintos enfoques, tanto industriales como sociales (Martínez, 2003). En el caso del metabolismo industrial, este se centra en los flujos de materia y energía dentro de la sociedad industrial moderna, a través de la cadena de extracción, producción, consumo y eliminación (Fischer-Kowalski, 2002).

Por otro lado, cuando se estudian las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, el concepto de metabolismo se utiliza para describir y cuantificar los flujos de materia y energía intercambiados entre conglomerados sociales específicos y el medio natural, incluyendo ecosistemas y paisajes. A este enfoque se le ha denominado “metabolismo social”, “metabolismo socioeconómico” o “metabolismo industrial” (González de Molina y Toledo, 2011). La mayoría de los análisis que emplean este concepto se han concentrado en cuantificar los flujos de energía más que los materiales, ya que su cálculo parece más sencillo. Sin embargo, se ha documentado que, casi sin excepción, el concepto de metabolismo social se reduce a la cuantificación de los flujos de materiales o energía que una sociedad intercambia con su entorno natural durante la apropiación de recursos y servicios (inputs) y en el reciclaje de residuos y desechos (outputs) (González de Molina y Toledo, 2011).

En el presente trabajo se analizaron también los flujos monetarios. Se encuestaron ocho familias del grupo “Producción para el Bienestar”, con un ingreso promedio anual de \$75,562 pesos mexicanos, y se realizaron entrevistas a un exdelegado de la comunidad.

El estudio de las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente constituye el núcleo de la sociología



ambiental (Dunlap y Catton, 1979). Según estos autores, si la sociedad humana se concibe como un sistema puramente simbólico, como un sistema de comunicación para Luhmann o un sistema de significados culturales, siguiendo la tradición de Mead y Schutz, surge la pregunta: ¿cómo influye la sociedad en el mundo material? Debe existir una esfera de contacto, agentes que conecten lo simbólico con lo material. Por el contrario, si se concibe la sociedad de manera estrictamente materialista, resulta difícil describir la complejidad de los procesos sociales; por ejemplo, explicar cómo evolucionan el lenguaje o ciertos modos de percepción y organización. Desde esta perspectiva materialista, no se puede entender por qué estructuras simbólicas altamente organizadas se mantienen robustas a lo largo del tiempo, ni por qué los cambios en las condiciones materiales no las alteran completamente (Fischer-Kowalski, 2002).

La teoría moderna de sistemas se puede utilizar para comprender adecuadamente el metabolismo de la sociedad. Según Sieferle (2001), este enfoque remite a una perspectiva dual, en la que es necesario describir cómo los sistemas simbólicos influyen en los materiales y viceversa. Por lo tanto, no tiene sentido situar a la “sociedad” únicamente en el lado simbólico y a la “naturaleza” exclusivamente en el material. La noción de sociedad humana comprende ambos tipos de elementos, simbólicos y materiales.

Fischer-Kowalski (2002) propone que, para evitar tensiones filosóficas derivadas de distinciones tradicionales, estas concepciones pueden “modernizarse” utilizando los términos hardware y software. El hardware es la estructura que funciona mediante el software, dado un flujo libre de energía; ambos pueden manipularse independientemente, pero requieren acoplamiento y compatibilidad para operar correctamente. Desde un punto de vista sistémico, el hardware forma parte del entorno del software y viceversa; el software puede aprender y adaptarse al hardware, mientras que el hardware envejece y requiere provisión constante de energía y materiales, involucrando así el metabolismo material.



La cultura puede concebirse como un sistema de software altamente complejo diseñado para funcionar en los cuerpos humanos, que a su vez están regulados por otro software natural: los genes. Estos sistemas deben ser compatibles, aunque no deterministas. En sociología ambiental, tiene sentido considerar los sistemas sociales humanos como sistemas de segundo orden, donde la cultura (software) representa el compartimento simbólico y la población humana, con sus cuerpos interconectados, constituye el compartimento material. En el contexto del metabolismo societal, los artefactos materiales y los animales domésticos también forman parte de los compartimentos materiales de los sistemas sociales (Sieferle, 2001).

Sieferle (2001) enfatiza que este modelo es provisional, pero establece un vínculo sistemático entre el sistema simbólico de la cultura y los sistemas materiales de la naturaleza. La población humana recibe el “programa” cultural (software) y genera representaciones del mundo material que retroalimentan el sistema cultural, mientras que se relaciona con el mundo material mediante el trabajo y la experiencia, ambos estructurados simbólicamente, pero con componentes materiales, constituyendo así un hardware guiado por el software cultural.

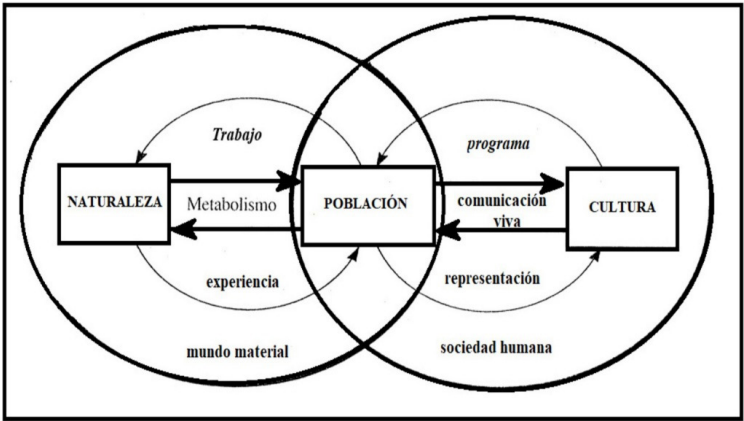


Figura 3.1. Modelo de interacción de la sociedad y la naturaleza.

Fuente: Fischer-Kowalski (2002); Sieferle (2001).

Fischer-Kowalski (2002), agrega entonces ¿cómo encaja el metabolismo en este modelo? Si lo consideramos como un proceso de reproducción material y energética



de los compartimentos materiales de la sociedad, debe necesariamente comprender algo más que la energía y la materia procesada por los cuerpos humanos que forman la población (Figura 3.1). Lo que comprende se debe definir adecuadamente y, en la medida de lo posible, debería cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe poder especificarse de un modo coherente para diferentes sistemas sociales, estén ordenados jerárquica u horizontalmente. Esto paliaría los problemas relativos a la elección del nivel y unidad adecuados de análisis.
2. Debe cumplir la ley física de la conservación de la energía y la materia o, dicho de otro modo, contener ecuaciones coherentes entre *input*, *el output* y el cambio de stocks en términos materiales y energéticos.
3. Debe tener sentido en términos de significado y actividades sociales, pero ser también lo suficientemente abstracto para poder aplicarlo a los diferentes sistemas sociales (tanto en el nivel histórico como en el jerárquico)". Sugiere considerar como "parte del metabolismo de un sistema social esos flujos de energía y materia que mantienen los compartimentos materiales del sistema (los compartimentos materiales de un sistema social son esas entidades físicas que se están reproduciendo constantemente mediante el trabajo invertido en ese sistema).

Tenango de Doria se localiza en la región denominada Sierra de Tenango o Sierra otomí-tepehua, al este del estado de Hidalgo. El municipio tiene una extensión territorial de 210.70 km² y está situado dentro de la Sierra Madre Oriental y en el Eje Neovolcánico transversal (México. Secretaría de Gobernación, 1999). Asimismo, posee un gradiente altitudinal que va de los 2,900 a los 600 msnm, en donde encontramos desde bosques templados hasta selvas medianas.

Colinda al norte con los municipios de San Bartolo Tutotepec y Huehuetla; al este con el municipio de Huehuetla y el Estado de Puebla; al sur con el Estado de Puebla y el municipio de Metepec; y al oeste con los municipios de Metepec y San Bartolo Tutotepec (Figura 3.2).

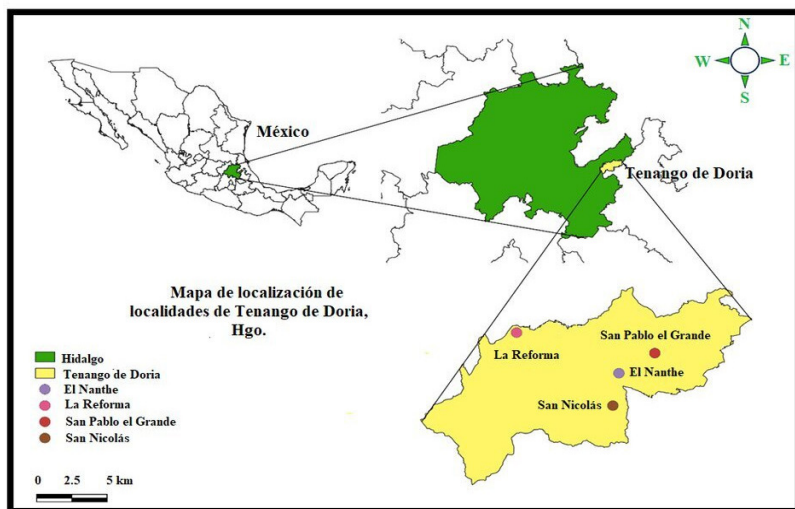


Figura 3.2. Ubicación de la comunidad de San Nicolás, Municipio de Tenango de Doria, Hidalgo.

En la presente investigación se emplearon métodos de observación, entrevistas y encuestas aleatorias, desarrollando así un enfoque mixto. Van Der Ploeg (2010) define la condición campesina mediante principios fundamentales como la coproducción, la base de recursos autocontrolada, la organización de relaciones con mercados que aseguren autonomía y supervivencia, el fortalecimiento de la base de recursos para reducir la dependencia, así como la pluriactividad y los patrones de cooperación. Los principales reactivos de las entrevistas se describen en los resultados; estas se realizaron entre junio de 2023 y junio de 2024.

El trabajo se fundamenta en el concepto de metabolismo rural propuesto por Toledo (2008), posteriormente adaptado como metabolismo agrario por González de Molina y Toledo (2011) y ampliado en su versión de “flow model” por González de Molina y Toledo (2014). Otros autores que han aplicado estos modelos incluyen Córdón (2007, 2008); Córdón Pedregosa y Toledo (2012); García (2006); García et al. (2008), López (2013, 2023); López y Toledo (2018). El modelo inicia cuando los seres humanos realizan actos de apropiación mediante unidades sociales y productivas de diversa naturaleza y escala, como comunidades, cooperativas, familias, empresas o individuos. Estas unidades se



dedican a apropiarse de elementos de la biosfera (seres vivos, agua, aire) y de la geosfera (corteza terrestre), situándose en la intersección de lo natural y lo social, lo que convencionalmente corresponde al sector primario.

La activación del flujo F0 (entradas) inicia el proceso de apropiación, dirigido a obtener un flujo de retorno en forma de bienes o servicios útiles. Este flujo se divide en tres subflujos (F0a, F0b y F0c), según se apropien componentes del Medio Ambiente Transformado (MAT), Medio Ambiente Utilizado (MAU) o Medio Ambiente Conservado (MAC). La duración de la acción que genera el flujo F0 permite realizar una ponderación cuantitativa del sistema completo. Los flujos de retorno (F1, F2 y F3) se derivan de MAT, MAU y MAC, y cada uno se subdivide para satisfacer necesidades de la unidad productiva (F1a, F2a, F3a) o para circular hacia otras esferas sociales diferentes a P (F1b, F2b, F3b) (González de Molina y Toledo, 2011, 2014).

El flujo F1a, F2a (el flujo F3a les proporciona bienes y servicios ambientales) (Autoconsumo).

Flujo F4: ubican “el flujo F4 es el que va del MAS a P, y surge por lo común, aunque no exclusivamente, como un flujo de retorno a lo recibido desde P (los tres subflujos F1b, F2b y F3b). El flujo F4 puede también originarse espontáneamente, por ejemplo, en forma de subsidios o donaciones de parte de una institución pública, social o privada (bancos, casas de beneficencia, agencias gubernamentales, otras P ya sea en especie dinero o ayuda solidaria. El flujo F4 resulta excepcional porque inserta un nuevo elemento: las mercancías, que son bienes y servicios valorados por medio del dinero. Por tanto, este flujo es el que introduce la monetización del sistema. Ello hace surgir un quinto flujo (F5) por lo cual P emplea dinero obtenido de su venta de sus mercancías para comprar otras mercancías requeridas, y con ello desencadena el surgimiento de un nuevo ámbito de intercambio (mercantil) entre el MAS y P, medido, mediano y determinado por el valor económico de lo que se intercambia”.

Flujo Wa y Wb: finalmente, el modelo de flujos termina de construirse cuando se introducen dos últimos

componentes: la fuerza de trabajo y la capacidad de transformación de P. En el primer caso debe considerarse tanto la cantidad de trabajo que P vende al MAS (flujo **Wa**) como la cantidad de trabajo que P compra del MAS (flujo **Wb**). El último aspecto concierne a la capacidad de transformación (t) que tiene P sobre los bienes extraídos del MAT y del MAU.

Se aplicaron encuestas del 5 al 9 de julio de 2023, en San Nicolás en el municipio de Tenango de Doria, al grupo “Producción para el Bienestar” conformado por ocho familias, las cuales se les etiquetó del uno al ocho, se grabó todas las respuestas y fueron capturados con la ayuda del paquete estadístico Excel y obteniendo los porcentajes de todas las actividades que realizaban las familias de la cooperativa.

La comunidad de San Nicolás, cuna del bordado en la sierra Otomi-Tepehua donde se plasman con una combinación de colores parte de la flora y fauna que habita este lugar, además de representar escenas de la vida cotidiana, la religión, fiestas patronales, carnaval, día de muertos, la cosecha, etc. Con el paso de los años los bordados se han convertido en uno de los elementos que conforman la identidad cultural y étnica de los habitantes del municipio de Tenango de Doria. Los habitantes de este municipio relatan que cuando alguien deja el municipio para ir vivir a otro lado, siempre se lleva un Tenango y así, también se lleva, un pedazo de su pueblo.

Algunas comunidades del municipio de Tenango de Doria se rigen por usos y costumbres, aún como es el caso de San Nicolás donde el 80% aún hablan otomí, a pesar de tener que acoplarse en algunos aspectos a cosas de la modernidad, tienen un “Estatuto comunitario” que los rige y cada ciudadano y visitante tiene que respetar, las otras comunidades que se van acercando a la cabecera municipal van perdiendo su cultura y tradiciones.

Lo que todas tienen en común es la forma de trabajo colectivo en cuestión de producción, también la interacción que tienen con la naturaleza, a pesar de que no todas se rigen por un estatuto, el apoyo a sus vecinos

y la hospitalidad que tienen es algo que han conservado con los años.

La primera entrevista se realizó en junio del 2023, continuando la entrevista en junio del 2024, en la comunidad de San Nicolás, Tenango de Doria; Hidalgo, que en ñuhu (lengua predominante parecido al otomí) la comunidad le llaman Jat'si Nzesni que significa "lugar donde abundan los bordados", en el vivero de un ex delegado de la comunidad, hay que destacar que las personas que fueron autoridades y cumplieron con sus labores eficientemente, forman parte de un consejo de ancianos, se encontraba con su familia (esposa e hija), su hija es encargada en esa comunidad, por parte del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, a continuación se muestra parte de ella, donde enfatiza su forma de gobierno. Siendo la primera pregunta, ¿cómo eligen a sus autoridades?

Donde nos respondió su hija "las autoridades se eligen por medio de una asamblea general comunitaria, que es asamblea del "Gänze'mi" es la máxima autoridad, donde eligen al delegado mediante el voto, libre, secreto y directo a través de urnas...pero para poder ser delegado debe pasar por otros cargos, como ser alguacil, luego hay que ser policía, luego comandante, secretario, bueno el tesorero tiene que ser alguien de mucha confianza, de ahí el subdelegado y al final delegado, me gustaría comentarles que por usos y costumbres, el cargo de delegado es irrenunciable... nosotros tenemos un Estatuto comunitario donde viene todo esto". Nosotros preguntamos ¿todos esos cargos son obligatorios para todos?

La hija del señor nos respondió "solo para los hombres, lamentablemente aún no hay mujeres que se involucren mucho... todos los hombres para acreditar el ser ciudadanos de esta comunidad tienen que hacer servicio comunitario... cada cargo es por un año que hacen servicio a la comunidad pasando por cada cargo, tampoco pueden reelegirse... quiero comentarles que cada trámite se debe hacer en lengua materna".



Preguntamos después ¿nos podría hablar más acerca de su Estatuto comunitario?

Nos comenta “claro, bueno este estatuto fue aprobado por asamblea el 16 de diciembre de 2022, tuvimos ayuda jurídica y se trabajó junto con el INPI (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas), también en asamblea se votó por una comisión redactora que estuvo integrada por jóvenes y mayores... solo estaba considerado como proyecto piloto... hubo un acta que avaló la aprobación de este estatuto y ahora a partir de esto vamos a empezar con la creación de reglamentos internos... respecto a los delegados tiene que cumplir otros requisitos como son el saber leer y escribir y ser nativo de la comunidad, todo lo que te he platicado viene en el estatuto”. ¿Entonces como es la organización de gobierno?

“Bueno, primero está la asamblea comunitaria que es la máxima autoridad, luego sigue la delegación municipal, luego el consejo de ancianos está también la representación comunitaria ante el ayuntamiento de Tenango, está el comisariado ejidal y el consejo de vigilancia, por último, están los distintos comités como el del agua, la basura y así”. Continúa el entrevistador, y ¿Cuentan con un área natural protegida? La persona responde “Sería esta (El cirio)” (Figura 3.3).



Figura 3.3. El cirio, monolito creado por la erosión, después de millones de años.

¿Solo tienen San Nicolás esta área?

“El cirio..., las pinturas rupestres”.

Pregunta el entrevistador. ¿Han participado en alguna lucha social?

La persona responde.” Pues nada más con lo de los bordados”.

Y nos puede contar como más o menos ¿Qué pasó?

“Lo que pasa es que los bordados, los Tenangos, pues son originarios, digamos de San Nicolás. Fue aquí donde iniciaron con lo de las pinturas. Los más, las personas más antiguas se dice que ellos fueron los que lo descubrieron ellos, como había mucha escasez de económicamente... Y así fue como ellos fueron descubriendo que, pues les estaba gustando a otras personas, lo empezaron a vender a otras. Unas a otros lados y así, y ya las personas, las mujeres de ahí ya ganaban, ganaban economía para mantener a sus niños. Y así fue como fue creciendo más y más del bordado, pero ya después, los de otras comunidades, pues también, ya como que les empezaron a robar sus ideas, y fue cuando sí se puso, o sea, ha levantado un poquito de como conflicto porque ellos no quieren que les quiten su patrimonio, digamos” (Figura 3.4).



Figura 3.4. Del lado izquierdo una pintura rupestre, del lado derecho bordando las figuras para un Tenango.

Pregunta el entrevistador, y ¿los productos obtienen del campo donde los venden?

Responde la persona “Ahí mismo con la gente de la comunidad o también luego van al municipio o a las diferentes comunidades vecinas.”

El entrevistador ¿Cuáles son las tradiciones del pueblo?
¿Cuáles son sus celebraciones?

La persona entrevistada responde “El Carnaval”.

¿Dónde se celebran y qué se hace?

“Es marzo y pues se disfrazan, se ponen sus disfraces de máscaras, trajes así muy como muy llamativos, no”.

El entrevistador, y ¿cuáles son las actividades que se realizan en la familia para su sustento?

Persona responde “Los de los bordados, o la agricultura, lo del campo.”

El entrevistador pregunta ¿Tienen algún reglamento comunitario?

La persona responde “Sí de, por ejemplo, los jóvenes que se casan tienen que pasar a hacer su servicio en la delegación. Ser alguaciles o sí le estar poniendo el orden.”

Y ¿En qué consiste más o menos eso de hacer el servicio?

“De que todos los días ellos pasan a la delegación, con los delegados y ellos pues, los ponen ahí a estar al pendiente del orden de la comunidad o alguien que pues necesita llamarse, para alguna cosa que haya alguna falta que haya cometido o así pues los jóvenes que les digo que ya se casaron, ellos son los que van y les dan el aviso”.

El entrevistador ¿Pero sí hacen, así como que tipo faenas en como cada cuánto, así no?

Responde el entrevistado “Ah sí, faenas cada mes o cada dos meses, creo, sí, pero es donde todos los hombres, todos, todos, todos tienen que ir... Cierran el paso para que nadie salga, nadie se escape”. “Y si una persona no va le cobran una multa, pero por lo regular, pues lo que tratan es más de que los jóvenes aprendan a trabajar, a hacer como que más este responsable, no”.

El entrevistador pregunta ¿Y se ayudan individualmente a los pobladores??

La persona entrevistada responde “Sí, sí, son, la gente es muy unida, muy unida, por ejemplo, cuando alguien



fallece... pues todos se reúnen para ir a abrir la fosa, la tumba y las mujeres todas a poner nixtamal para preparar comida, el café, todo el pan y todo eso, pero todos entre todos se entierran a sus difuntos. Y, por ejemplo, cuando alguien también necesita apoyo, digamos algún accidente o algo entre todos, rápido se reúne... Créanme que la gente en San Nicolás es muy unida”.

Ultima pregunta del entrevistador ¿Este reciben algún apoyo del Gobierno?

Respuesta del entrevistado “sí del programa de Producción para el Bienestar”.

Por otra parte, los ambientes encontrados para el modo son presentados a continuación en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Unidades de paisaje o ambientes encontrados en la comunidad.

Ambientes	Paisajes	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Familias
MAC	Tierra en descanso	1	4	1
MAT	Milpa	3	12	5
	Traspatio	1	4	5
MAU	Cafetal	20	80	8
Total		25	100	8

La Tierra en descanso se le denomina Acahual, “porción de tierra que se deja descansar y se compone de vegetación secundaria, de ahí se puede obtener la leña necesaria para la elaboración de alimentos”.

De acuerdo con lo anterior, la tierra en descanso forma parte del MAC de la unidad productiva, representada por una hectárea. Esta cantidad, al corresponder únicamente a una familia, representa el 4%. Según Toledo (2008), proporciona bienes (energía, materiales y agua) y servicios (ambientales o ecológicos) que, sin ser tangibles, ofrecen condiciones para la producción y reproducción de la existencia. Además, cumple funciones de regulación, hábitat, producción e información (González y Toledo, 2011) (Figura 3.5).

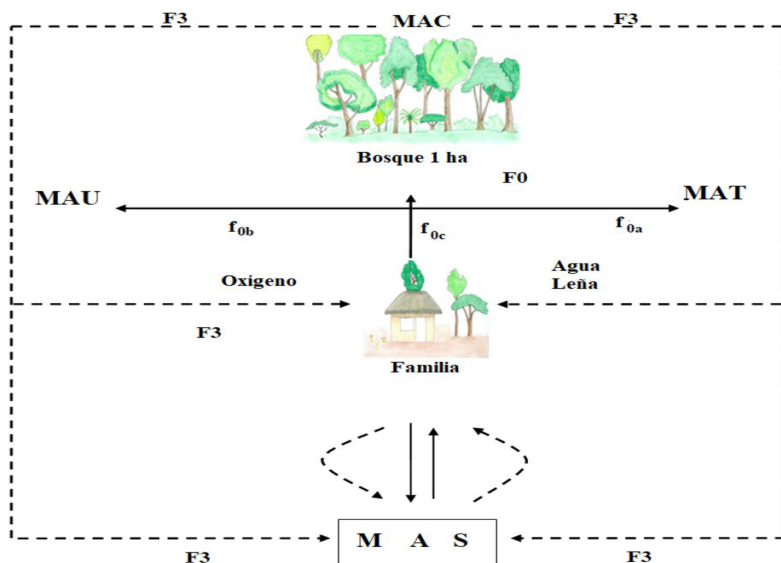


Figura 3.5. El MAC en San Nicolás, Tenango de Doria, Hidalgo.

De un total de 8 familias (100%) unidades familiares encuestadas, solo 5 familias reportaron contar con el sistema milpa, en un total de 3 Ha (12%). Cinco reportaron cultivar maíz para autoconsumo (*Zea mays*) (62.5%), tres asociados a frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (37.5%) y tres con calabaza (*Cucurbita pepo* L.) (62.5%).

En promedio, los entrevistados tienen entradas de \$550.00 en la milpa. En salidas tenemos para el caso de autoconsumo \$12,500.00 y para las ventas directas al mercado un promedio de \$30.00 (solo una familia destina productos al mercado) como podemos observar en la Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Flujos de insumos, materiales y mano de obra en de la milpa.

Concepto	Unidad de medida	Promedio	Total	Familias ¹
Entradas				
Mano de obra familiar	Jornal	64	192	5
Mano de obra contratada	Jornal	8	24	5
Semilla de maíz	Kg	8.8	62	5

Semilla de frijol	Kg	2.7	19.1	3
Semilla de calabaza	Kg	0.25	1.7	3
Autoconsumo				
Maíz	Kg	1,500	7,500	5
Frijol	Kg	300	900	3
Calabaza	Unidad	45	135	3
Verdura silvestre	Manojo ²	70	350	5
Hoja de maíz	Kg	5	25	5
Mercado				
Hoja de maíz	Kg	250	200	1

¹ Familias que reportaron participar en dicha actividad.

² Un manojo 250 grs

El traspatio se refiere al espacio destinado al huerto y a las actividades artesanales. En el huerto, las familias cultivan hortalizas, frutales y verduras, como parte de su participación en el programa “Producción para el Bienestar”. De las ocho familias encuestadas, cinco (62.5 %) reportaron contar con un huerto, mientras que todas (100 %) desarrollan actividades artesanales en este espacio.

En el huerto, encontramos entradas en promedio de \$300.00. Las salidas en el rubro de autoconsumo son de \$2,000.00; en ventas directas al mercado se obtienen \$350.00 (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Flujos de insumos, materiales y mano de obra en el sistema huerto.

Concepto	Unidad de medida	Promedio	Total	Familias ¹	
Entradas					
Mano de obra familiar	jornal	60	480	8	
Autoconsumo					
Nombre común	Nombre científico	Unidad de medida	Promedio	Total	Familias ¹
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	kg	25	50	2
Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	Kg	30	60	2

Plátano	<i>Musa paradisíaca</i>	Racimo ²	20	160	8
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Manojo ³	10	80	8
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Manojo ³	100	800	8
Café	<i>Coffea</i>	Kg	40	320	8
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Kg	40	40	1

Mercado

Concepto	Unidad de medida	Promedio	Total	Familias ¹
Rábano	Manojo ³	5	5	1
Lechuga	Pza.	10	10	1
Repollo	Pza.	10	10	1
Acelgas	Pza.	10	10	1

¹ Familias que reportaron participar en la actividad.

² Un racimo 45 unidades.

³ Un manojo 10 unidades (En gramos).

En cuanto a las artesanías, la inversión inicial asciende a \$35,000.00. En cuanto a las salidas, las familias reportan un ingreso promedio anual de \$2,800.00 destinado al autoconsumo, mientras que la venta al mercado genera aproximadamente \$150,000.00 al año (Tabla 3.4 y Figura 3.6).

Tabla 3.4. Flujos de insumos, materiales y mano de obra en las artesanías.

Concepto	Unidad de Medida	Promedio	Total	Familias ¹
Entradas				
Mano de obra familiar	Jornal	150	450	3
Materia prima	Tela, hilo de diversos colores, tela, aguja, bastidores, tijeras			8
Autoconsumo				
Tenangos	Unidad	8	64	8
Mercado				
Bordados	Pieza	10	80	8

¹ Familias que reportaron realizar dicha actividad.



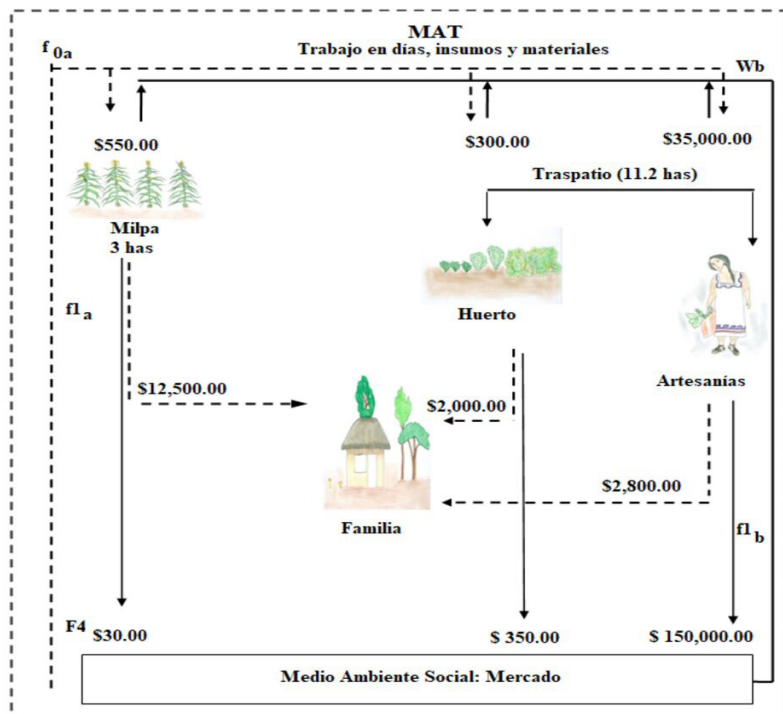


Figura 3.6. Análisis de flujos en el MAT.

El café se cosecha en cereza, es la fruta que ha logrado un color rojo brillante o morado en la planta, posteriormente se procede a través del despulpado a quitarle la envoltura externa o “pulpa” y dejar sólo las semillas, las cuales se fermentan en agua para retirar el mucilago y se procede al secado, este puede ser al “sol”, con lo cual se reduce la humedad de la semilla al 12% y tenemos café pergamino donde la mayoría lo vende hasta ese proceso, posteriormente se le retiran otras envolturas “cascarillas o pergamino” (endocarpio) para obtener el café “oro” y se tiene listo para el tostado y el molido.

Del total de las familias encuestadas, solo 3 llevan el proceso hasta el molido. El total de entradas del grupo que procesa pergamino más molido es de \$3,400.00. En salidas tenemos que para el autoconsumo son \$5,000.00. En ventas directas al mercado \$15,000.00.

Las 8 familias producen café y frutales, sin embargo, por los bajos precios del café, las otras 5 familias, ya no han invertido en café y nos reportan que sólo obtienen

frutales, por lo que de entradas tenemos \$0.00 en autoconsumo \$1,500.00 y para venta \$0.00 (Tabla 3.5 y Figura 3.7).

Tabla 3.5. Flujos de insumos, materiales y mano de obra en el sistema café.

Concepto	Unidad de Medida	Promedio	Total	Familias ¹
Entradas “pergamino más molido”				
Mano de obra contratada	Jornal	70	140	2
Mano de obra familiar	Jornal	90	720	8
Autoconsumo				
Café molido	Kg	150	450	3
Mercado				
Café molido	Kg	400	1200	3

¹ Familias que reportaron realizar dicha actividad.

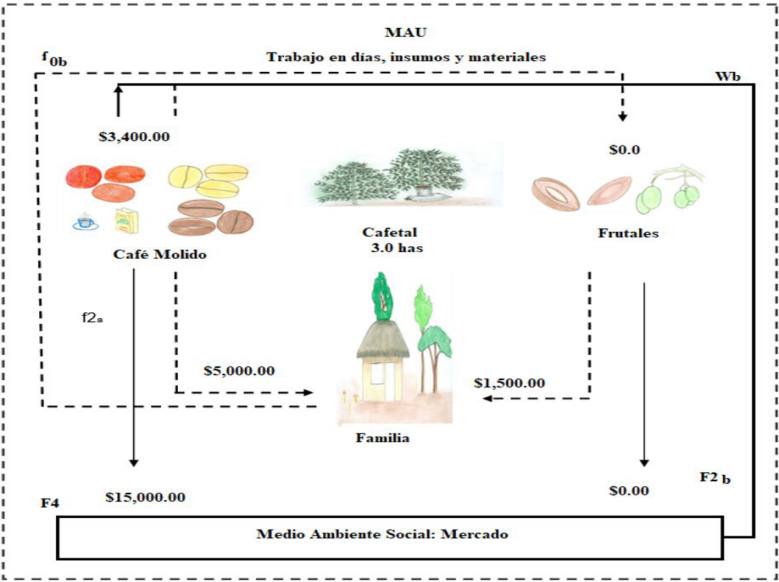


Figura 3.7. Análisis de flujos en el medio ambiente utilizado (MAU).

En la unidad de producción estudiada solo encontramos un solo sistema, el sistema intercalado con frutales que se encuentra asociado café y frutales. Como podemos ver en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Micro paisajes en el cafetal.

Micropaisaje	Familias	Porcentaje
Café	0	0
Café-Frutales	8	100

El Programa Producción para el Bienestar es uno de los Programas impulsados por el gobierno actual que tiene como objetivo apoyar a las y los trabajadores del campo de pequeña o mediana escala de todo el país a través de apoyos económicos entregados de manera directa. Este programa apoya, preferentemente, a personas productoras de granos (maíz, frijol, trigo panificable y arroz, entre otros), amaranto, chía, caña de azúcar, café, cacao, nopal o miel.

Los apoyos se entregan de manera anual y varían en función del tipo de producto y el número de hectáreas con las que cuente el o la productora, siendo el mínimo \$6 mil pesos y el máximo \$24 mil pesos por persona beneficiaria.

Con el objetivo de priorizar la igualdad y la inclusión social, fomentando políticas transversales para garantizar que, por lo menos, el 28 por ciento de las personas beneficiarias de Producción para el Bienestar sean mujeres; y el 45 por ciento se ubiquen en alguno de los 1,033 municipios con población indígena definidos por el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI).

De las 8 familias encuestadas el 100% reportaron recibir algún tipo de subsidio, todos pertenecen al programa Producción para el Bienestar y en promedio las familias reciben \$8,000 de subsidio anual por unidad familiar (Figura 3.8).



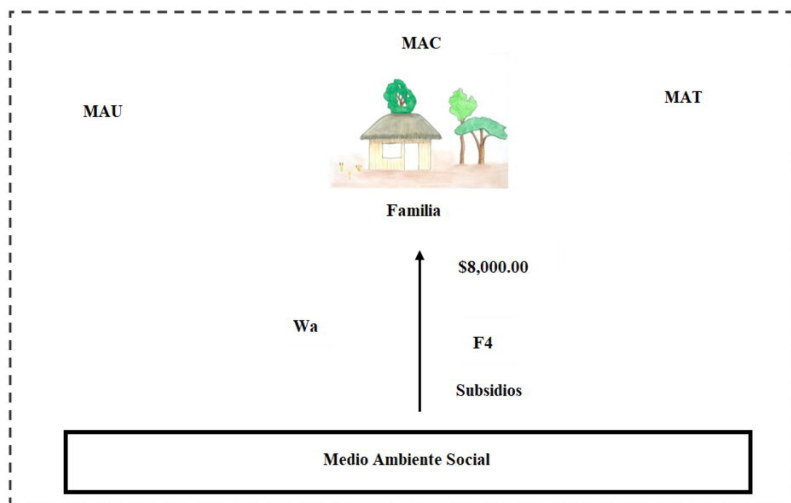


Figura 3.8. Análisis de flujo del Medio Ambiente Social (MAS).

Los productores de San Nicolás manejan un total de cuatro unidades paisajísticas en tres mega-ambientes.

1. La tierra en descanso entendido este como un “medioambiente conservado” (MAC, en donde 4% de tierra es conservada con la finalidad de proteger sus funciones, especies, procesos y servicios), además de conservar el área del sirio y las pinturas rupestres.
2. La milpa y el traspatio, los cuales se pueden considerar como un “medio ambiente transformado”.
3. El cafetal, se puede considerar como un “medio ambiente utilizado” (MAU donde el ecosistema mantiene prácticamente sus capacidades de auto-manutenición, auto-reparación y auto-reproducción).
4. En el medio ambiente social (MAS) se obtienen subsidios, en este caso del programa Producción para el Bienestar (Figura 3.9).

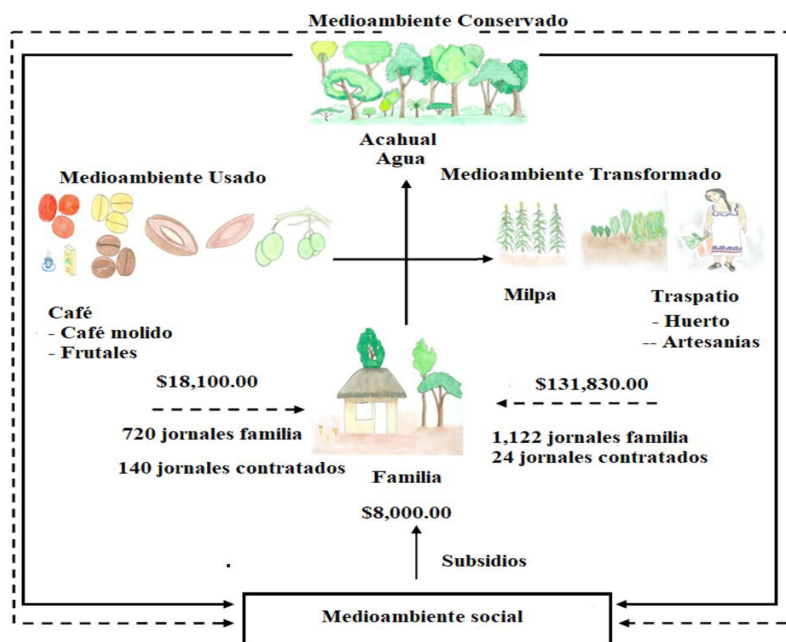


Figura 3.9. Modelo de flujos para la comunidad San Nicolás.

La estrategia de uso múltiple incluye el manejo de tres mega-ambientes (el medioambiente transformado, el usado y el conservado), el manejo de cuatro unidades paisajísticas (tierra en descanso, milpa, traspatio y cafetal).

Son seis las actividades que la comunidad de San Nicolás ha desarrollado en el proceso de apropiación, las familias que participan en dichas actividades, los promedios de entradas y salidas de cada actividad, y el subtotal producto de la diferencia entre entradas menos salidas.

Observando un flujo de retorno de \$149,930.00 en promedio por familia. En el Medio Ambiente Social, los subsidios de los programas de gobierno hacen que puedan llegar a obtener \$8,000.00, lo cual suma un total de \$157,930.00 pesos en promedio por familia al año (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Intercambios económicos y ecológicos de San Nicolás, Tenango de Doria, Hidalgo.

Actividad	Familias	Entradas (\$)	Salidas (\$)		Subtotal
			Autoconsumo	Mercado	
Milpa	5	550.00	12,500.00	30.00	11,980.00
Huerto	5	300.00	2,000.00	350.00	2,050.00
Artesanías	8	35,000.00	2,800.00	150,000.00	117,800.00
Café y molido	3	3,400.00	5,000.00	15,000.00	16,600.00
Café-frutales	8	0.00	1,500.00	0.00	1,500.00
Subtotal					149,930.00
Subsidios	8				8,000.00
Subtotal					8,000.00
TOTAL					157,930.00

En la Tabla 3.8 podemos observar el flujo de retorno por familia.

Tabla 3.8. Diferencia obtenida por familia en el análisis financiero.

Número de familia	Total (\$)
1	85,500.00
2	35,000.00
3	40,000.00
4	250,000.00
5	120,000.00
6	30,000.00
7	19,000.00
8	25,000.00
Promedio	75,562.50

A través de la entrevista, se analizó la condición campesina, en donde, ellos se rigen por sus usos y costumbres; a través de un “Estatuto comunitario” y cada ciudadano y visitante tiene que respetar. Para poder ser delegado debe pasar por otros cargos, alguacil, policía,





comandante, secretario, tesorero y subdelegado. Su forma de gobierno es: la asamblea comunitaria que es la máxima autoridad luego sigue la delegación municipal, luego el consejo de ancianos, luego la representación comunitaria ante el ayuntamiento de Tenango, el comisariado ejidal, el consejo de vigilancia y por último los distintos comités el del agua, la basura, etc,

El ensamblaje entre la naturaleza y la sociedad, lo empezamos a encontrar cuando preguntamos, ¿cuentan con un área natural protegida? Y nos contestan, sería el cirio y las pinturas rupestres, ya que ellos plasman la flora y la fauna en los bordados.

Con respecto, al modo de producción encontramos los productores reportaron tener tierra en descanso (MAC), la cual les proporciona bienes y servicios. El MAT, está conformado por la milpa y el traspatio. En el caso de la milpa 5 familias de los encuestados la asocian a frijol y calabaza, en donde el maíz es utilizado en su consumo. El traspatio, en donde cultivan hortalizas, frutales y verduras, el 62.5% dedica tiempo a esta actividad, mientras que para artesanías el 100%. El MAU está conformado por el cafetal, 12.5% de las familias venden café pergamino y molido.

Los apoyos del gobierno son un complemento para las familias (100%) de los encuestados que tienen acceso a ellos en promedio \$8,000 por productor.

Cuando analizamos, los intercambios económicos y ecológicos, constatamos el ensamblaje entre la naturaleza y la sociedad, toda vez que ellos producen para su consumo y producen para la venta.

En resumen, por familia, se tiene un flujo de retorno que en promedio alcanza los \$75,562.5 pesos mexicanos.

La comprensión del metabolismo rural es crucial para abordar los desafíos relacionados con la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible en las zonas rurales. Permite evaluar la eficiencia de los sistemas de producción, identificar posibles impactos ambientales y diseñar estrategias de manejo y uso de los recursos que promuevan la sostenibilidad a largo plazo.

El modo de condición campesina es fundamental para la seguridad alimentaria, la conservación de la diversidad agrícola y la sostenibilidad en las zonas rurales. Sin embargo, en muchos casos, los campesinos se enfrentan a desafíos como la falta de acceso a tierras, los cambios en los mercados y la competencia con la agricultura industrial. Por tanto, es importante valorar y apoyar este modo de vida para asegurar la supervivencia de las comunidades rurales y la preservación de la cultura campesina.

Los modos de producción respecto al metabolismo rural se basan en la agricultura familiar, el uso de técnicas y conocimientos tradicionales, la interacción con los recursos naturales, la sostenibilidad, la escala local y la solidaridad comunitaria. Este modo de producción busca mantener un equilibrio entre la producción agrícola, la conservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades rurales.

1. La metodología desarrollada, permite realizar estudios campesinos desde el punto de vista económico y social.
2. Se rechaza la hipótesis general, al comprobar que la comunidad de San Nicolás en Tenango de Doria mantiene un modo de producción y su condición campesina.
3. Las artesanías se han convertido en el eje económico de las familias que participan en ellas, siendo símbolo representativo del municipio y también del estado.
4. La comunidad mantiene usos y costumbres, que no fueron destruidas por el colonialismo, principalmente San Nicolás, donde nacieron los bordados conocidos como Tenango.

Todo esto nos permite comprender y valorar la importancia de estas comunidades en la producción de alimentos, la conservación de la biodiversidad y la preservación de modos de vida sostenibles en las zonas rurales. También ayudan a identificar los desafíos y a promover políticas y acciones que apoyen y fortalezcan a los campesinos en su labor fundamental.



Referencias

- Cordón Pedregosa, M. R. (2007). *Estrategias indígenas, conservación y desarrollo rural sostenible en la Reserva de la Biosfera de Bosawas, Nicaragua* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba].
- Cordón Pedregosa, M. R., & Toledo, V. M. (2008). La importancia conservacionista de las comunidades indígenas de la Reserva de la Biosfera de Bosawas, Nicaragua: Un modelo de flujos. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7, 43–60. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87198>
- Cordón Pedregosa, M. R. (2012). *Estrategias indígenas, conservación y desarrollo rural sostenible: El caso de la Reserva de la Biosfera Bosawas, Nicaragua*. Editorial Académica Española.
- Dunlap, R. E., & Catton, W. R. (1979). Environmental sociology. *Annual Review of Sociology*, 5, 243–273. <https://www.jstor.org/stable/2945955>
- México. Secretaría de Gobernación. (1999). *Enciclopedia de los municipios de México*. Secretaría de Gobernación.
- Fischer-Kowalski, M. (2002). El metabolismo de la sociedad: Sobre la infancia y adolescencia de una naciente estrella conceptual. En M. Redclift & G. Woodgate (Coords.), *Sociología del medio ambiente: Una perspectiva internacional* (pp. 119–141). McGraw-Hill.
- García Frapolli, E. (2006). *Conservation from below: Sociological systems in natural protected areas in the Yucatán Peninsula, Mexico* [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona].
- García Frapolli, E., Toledo, V. M., & Martínez, J. (2008). Apropiación de la naturaleza por una comunidad maya yucateca: Un análisis económico-ecológico. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(1), 27–42. <https://www.redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/288>



- González de Molina, M., & Toledo, V. M. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia: Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Icaria.
- González de Molina, M., & Toledo, V. M. (2014). *The social metabolism: A socio-ecological theory of historical change*. Springer.
- López, F. J. (2013). *Rancho Grande, Valle Nacional, Oaxaca: El perfil metabólico de una comunidad indígena en México* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba].
- López, F. J., & Toledo, V. (2018). Metabolismos rurales: Diagnóstico de una comunidad indígena en Oaxaca, México. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 28(1), 1–36. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/51>
- López, F. J. (2023). Condición y modo de producción (tzeltales) en Abasolo, Ocosingo, Chiapas. *Geografía Agrícola*, 70, 139–173. <https://doi.org/10.5154/rga.2023.70.08>
- Martínez Alier, J. (2003). *Ecología industrial y metabolismo socioeconómico: Concepto y evolución histórica*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sieferle, R. P. (2001). ¿Qué es la historia ecológica? En M. González de Molina & J. Martínez Alier (Eds.), *Naturaleza transformada* (pp. 31–54). Icaria.
- Toledo, V. M. (2008). Metabolismos rurales: Hacia una teoría económico-cológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7, 1–26. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87196>
- Van der Ploeg, J. D. (2010). *Nuevos campesinos: Campesinos e imperios alimentarios*. Icaria.



3.3. Mejoramiento de maíces nativos en el Estado de Veracruz

J. Fabián García-Moya¹

Luis Ángel Barrera-Rodríguez¹

Karla Morales-Rodríguez¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco. México.

Ante los escenarios de la crisis ecológica, que generan localmente cambios drásticos en el clima y la sociedad (Altieri y Nichols, 2018), se plantea desde la agroecología (Guzmán et al., 2000), que los agroecosistemas deben ser diversificados, a través de múltiples cultivos en el espacio y el tiempo y conectar en su periferia con la vegetación nativa (aunque sean relictos de ecosistema). Estos aspectos han sido procurados en buena medida por el campesinado y es una fortaleza ante el asedio del proyecto civilizatorio de la globalización (Aguirre, 2019; Hernández-Ramos et al., 2020; Gálvez et al., 2019), defendiendo sus fincas biodiversas, los animales, sus milpas y sus variedades criollas o nativas (García, 2016, 2021; García et al., 2019; Mijangos et al., 2022).

La región cafetalera del Centro de Veracruz ha tenido disminución drástica en la producción de sus alimentos, derivado de la suplantación del proyecto civilizatorio de la globalización, que ha impulsado la mercantilización de la naturaleza y la vida, mediante el modelo de producción de agricultura de base industrial orientada al mercado, siendo uno de sus pilares la especialización en la producción de café.

Por tal situación, se requieren acciones para poner en el centro la soberanía alimentaria y la vida de los campesinos y consumidores locales. Por este motivo se han estrechado lazos con otros actores como el Programa Sembrando Vida, para trabajar por la soberanía alimentaria de los productores, mediante estrategias sostenibles. En ese sentido, mediante la reflexión participativa, se hizo un análisis de la



relevancia de la alimentación culturalmente apropiada, la necesidad de el rediseño de agroecosistemas para incrementar la biodiversidad y el mejoramiento genético participativo de los maíces nativos mediante selección masal visual estratificada (Espinoza et al., 2017; Martínez et al., 2019; Ortega et al., 2021, Sahagún et al., 2017). Dichos aspectos que se han trabajado en el Centro Regional Universitario Oriente (García, 2003, 2023), se transfirieron de manera participativa a los campesinos, considerando conocimientos, metodología y tecnología en estos ámbitos.

De manera específica se plantearon los siguientes objetivos. Mejorar la producción de maíces nativos mediante la selección masal visual estratificada. Colectar y evaluar experimentalmente maíces nativos regionales. Mejorar la producción de maíz y frijol mediante el rediseño del agroecosistema con bases agroecológicas. Impulsar la reflexión colectiva sobre la alimentación culturalmente apropiada.

El proyecto se desarrolló en comunidades de los municipios de Comapa y Zentla del Estado de Veracruz, correspondiendo a la zona baja colindando con la franja cafetalera. La zona baja se ubica a una altitud menor a los 600 msnm, con clima cálido seco y subhúmedo, con lluvias en verano, suelos poco profundos y con pedregosidad. Los cultivos imperantes son caña, maíz en monocultivo, calabazas, así como ganado.

El trabajo se llevó a cabo en cuatro grandes aspectos.

1) Mejoramiento del agroecosistema.

Se abordó la problemática ecológica, económica y social de la simplificación de los agroecosistemas, así como las virtudes de los sistemas complejos. Es decir, el rediseño de los agroecosistemas para estimular funciones ecosistémicas, donde la biodiversidad funcional fomenta redes y cadenas tróficas, ciclaje de nutrimentos y agua para la sostenibilidad ecológica, social, económica y hacer frente a las crisis que ha provocado el hombre con el modo de vida actual. Agroecosistemas biodiversos, como la milpa, los sistemas agrosilvopastoriles, etc., contribuyen a esto.





i) Milpa y manejo alternativo.

La milpa como agroecosistema milenario de Mesoamérica ofrece ventajas ecológicas y económicas sobre los monocultivos y ante la crisis ecológica y social, representa una alternativa para la producción de alimentos en las comunidades.

Se pretende revalorizar, participativamente, la viabilidad del agroecosistema para producir alimentos sanos y nutritivos, conservando la base natural. Tanto en 2023 con el inicio del proyecto, como en el 2024, los productores del Programa Sembrando Vida han venido sembrando sus maíces nativos, adicionando frijol y calabaza. Asimismo, se ha incorporado cal dolomita y roca fosfórica, para elevar el pH y mejorar la fertilidad, estando en proceso la disminución de herbicidas secantes (no glifosato).

ii) Parcela de leguminosas.

Uno de los principales problemas que ha dejado el monocultivo es el deterioro de los suelos en cuanto a la materia orgánica, fundamento de la vida del suelo, y nutrimentos, sobre todo nitrógeno. Por lo que se ha venido impulsando desde 2023 la siembra de leguminosas como Canavalia, Mucuna pruriens y soya forrajera, para mostrar a los productores que son una alternativa para mejorar sus suelos, a través de la incorporación de materia orgánica, fijación de nitrógeno y otros nutrimentos. Esta alternativa se puede emplear en un esquema de rotación para la mejora de sus predios o fincas.

2) Mejoramiento participativo de los maíces nativos mediante selección masal visual estratificada en predios de los agricultores.

Se realizó en parcelas de los productores y en sus genotipos nativos, el mejoramiento genético participativo, mediante la metodología de Selección Masal Visual Estratificada de Molina, la cual consiste básicamente en lo siguiente.

Establecer un lote con la densidad de población que manejan los productores, sembrar equidistantemente al menos 6,000 plantas, se considera al menos un cuarto de hectárea para tener suficientes plantas; se manejó

la parcela sin agrotóxicos. Una vez en la madurez, se elige una parte más representativa donde se definen 6 franjas con diez soblotos cada una, dando 60 sublotos y 100 plantas por sublote. Se debe aplicar una presión de selección del 5%, es decir 5 plantas por sublote serán seleccionadas, eligiendo aquéllas que tengan competencia completa y reúnan las características deseadas por los productores. De esta manera se obtienen 300 mazorcas, elegidas como las mejores del lote, con las cuales se conforma un compuesto balanceado que servirá para la siembra del siguiente ciclo, donde se realizará el siguiente año la selección de la misma forma. En los casos que se logró producción y se realizó selección en el ciclo anterior, corresponde el segundo ciclo de selección masal. Se realiza un seguimiento en campo con los productores, desde la siembra hasta la cosecha, de las parcelas de mejoramiento genético.

La estrategia seguida es el dialogo de saberes, mediante los encuentros con productores, asesores técnicos y becarios que participan en el programa federal Sembrando Vida, en los municipios de Comapa y Zentla del Centro de Veracruz. En estos diálogos se abordaron los siguientes aspectos:

i) Reflexión sobre la problemática alimentaria y la importancia para la salud y la vida. Mediante carteles y de manera participativa se hizo un recorrido histórico de la dieta alimentaria en la comunidad y el proceso de cambio en los últimos 20 años, haciendo énfasis en la calidad de los alimentos, su forma de producción, su relación con la salud y la dependencia del exterior.

ii) Metodología de mejoramiento genético de maíz nativo mediante la SMVE. Importancia de los maíces nativos, importancia de su mejoramiento genético, la metodología de SMVE de Molina, y la retrocurza limitada como elementos usados en el mejoramiento participativo de maíces nativos.

3) *Colecta y evaluación experimental de maíces nativos*

Si bien la metodología SMVE se ha impulsado como estrategia de mejora para emplearse por cada productor, otra complementaria en el mejoramiento de



los nativos, es buscar generar algunas variedades para la zona, empleando con mayor rigor la metodología de selección. Para ello, se realizó una colecta amplia de maíces nativos para identificar genotipos sobresalientes, y mediante la evaluación experimental, se eligen unas dos o tres variedades para centrar el mejoramiento por selección sobre ellas. De manera que se realizó el siguiente esquema de trabajo.

i) Colectas.

Se realizaron colectas con los productores que participan en el Programa Sembrando Vida y otros de las comunidades donde se siembra maíz nativo, en los municipios de Comapa, Paso del Macho y Zentla, en el Centro de Veracruz. Para ello se siguió la metodología planteada por Ortega et al. (2021). Se colectó en 8 comunidades de los productores participantes, logrando 12 muestras. Se utilizó una ficha de colecta por cada muestra y se emplearon costales para depositar las mazorcas o el grano de los materiales colectados.

ii) Evaluación de materiales.

La evaluación de los materiales colectados se realizó en tres sitios de las comunidades participantes, para contrastar ambientes, San Felipe y El Coyol, del municipio de Comapa, Ver. Los agricultores proporcionarán el terreno y el proceso de trabajo agrícola, asimismo colaborarán con la toma de datos de los ensayos, juntamente con investigadores y tesista.

Diseño Experimental. Debido a la desuniformidad del terreno se empleó un diseño experimental de un látice simple 4x3.

Unidad experimental. La unidad experimental consistió en tres surcos de 3 m de largo, siendo la parcela útil, el surco central. Los surcos tienen una distancia entre ellos de 80 cm, y se sembrará a una distancia de 50 cm entre plantas, sembrando dos semillas por mata.

Variables. Las variables por evaluadas fueron: días a emergencia, días a floración masculina y femenina, días a madurez, altura de planta y mazorca, numero de hojas,

numero de entrenudos, diámetro de tallo, cobertura de mazorca, componentes del rendimiento (largo y ancho de mazorca, numero de hileras, granos por hilera, peso de grano), rendimiento total, daño por enfermedades y plagas, porcentaje de acame, opinión sobre calidad culinaria. Dichas variables fueron definidas juntamente con los agricultores.

Análisis de la información. Será utilizado un sistema informático para el análisis de datos, de manera que permita elegir los mejores genotipos.

4) Parcela de validación de híbrido de maíz creado mediante mejoramiento genético tradicional.

La siembra de maíces nativos en la región ha perdido relevancia, de manera que solo cultivan pequeñas superficies, menores a una ha, para su consumo: En cambio hay un dominio de la siembra de maíces mejorados sobre todo híbridos de semilleras transnacionales, cuyo costo de semilla es alto y demanda altas dosis de fertilizantes y plaguicidas. Ante ello existen a nivel nacional semilleras nacionales que han generado variedades e híbridos con germoplasma nacional y métodos de mejoramiento genético tradicional, cuyos materiales generados compiten con los de las semilleras transnacionales y su precio es mejor.

Portal motivo se pretende estimular la siembra de los híbridos nacionales, para ello se adquirieron el híbrido SKW-502 y la variedad Amarillo Tuxpeño, de la pequeña empresa Reycoll Seeds, que se adapta a las condiciones de temporal de la región, con la finalidad de valorar su comportamiento. Se establecieron tres parcelas de validación de unos 20 surcos, en las comunidades de San Felipe y El Coyol, de los productores participantes en el proyecto. Se realizó un manejo con cal agrícola, roca fosfórica y bioles y con el resto de manejo que realizan los agricultores.

Participó una estudiante de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias, que contribuirá a la sistematización de la información y la cual servirá para el desarrollo de su tesis profesional.

En los diferentes encuentros sostenidos con los productores se ha hecho énfasis en la importancia de la





biodiversidad del agroecosistema para la generación de funciones ecosistémicas como el ciclaje de nutrientes y agua, la eficiencia energética, la mejora de la fertilidad y la regulación de competidores (plagas y enfermedades) a través del fortalecimiento de las redes y cadenas tróficas y del reducido uso de venenos en los agroecosistemas.

Varios productores dentro de los grupos de trabajo han diversificado la milpa con frijol y calabazas. Asimismo, se está adoptando la mejora de la fertilidad mediante la incorporación de cal dolomita y roca fosfórica, en virtud de los suelos ácidos. Algunos productores han dejado la aplicación herbicida y están manejando las arvenses con chapeadora o desbrozadora, observando los beneficios como la mejora de la materia orgánica, disminución de erosión, mayor humedad del suelo entre otros. Hacen labranza cero, ya que cada tres o cuatro años roturan y en el intervalo siembran a mano con coa y venían aplicando herbicida para controlar las arvenses, sin roturación. Pero como se ha comentado en el párrafo anterior, han observado ventajas al usar desbrozadora en lugar de herbicida. Consideramos que esta observación acción por parte de ellos es muy importante para la sostenibilidad de sus agroecosistemas.

Como parte de la estrategia para mejorar el agroecosistema, desde el inicio del proyecto en 2023, se adquirieron y difundieron leguminosas como mejoradoras de suelo, Canavalia, Mucuna pruriens, soya forrajera y chícharo gandul. Algunas de ellas ya se venían impulsando por los técnicos del Programa Sembrando Vida, pero es con el proyecto que se impulsa de manera más importante. En el 2023 los grupos incrementaron la semilla, algunos de manera conjunta en los viveros y otros en las propias parcelas. Es hasta 2024 que lograron tener un poco más de semilla para siembra. Uno de los productores de la Comunidad de San Felipe sembró en media hectárea Canavalia, la cual logró un buen desarrollo y obtuvo semilla.

En esta misma área en 2024 sembró una parte de maíz híbrido y otra de maíz nativo de color azul. Los resultados fueron sorprendentes para el productor, calculó que el híbrido rindió unas 6 toneladas por hectárea y lo más sorprendente fue el nativo, que rindió seis toneladas también, de acuerdo con el muestreo realizado. Asimismo, observó el incremento de materia orgánica y algo adicional, la utilización de la semilla para suplementar la

alimentación de su ganado bovino, encontrando varios beneficios en esta leguminosa. También productores como el Sr. Mario ya están comercializando semilla de leguminosas con otros productores a nivel regional.

En el 2023 se impartieron varios talleres con los grupos del Programa Sembrando Vida, ya en 2024 en los diferentes encuentros se enfatizó en la posibilidad de la selección. Ahora varios productores realizaron selección masal visual estratificada en sus maíces nativos. Para apoyar el proceso se entregó el manual de selección del Dr. Rafael Ortega Paczka de la UACH.

Con la finalidad de realizar una selección más efectiva y valorar el germoplasma nativo en la región, se propuso realizar una colecta. Ya que debido a la expansión de la siembra de híbridos se está perdiendo el germoplasma nativo. A pesar de ello y con el impulso a la producción de alimentos dentro del programa federal Sembrando Vida, ha resurgido el interés de los productores por los maíces nativos, abriendo la reflexión al respecto y llevando a la toma de posición y acciones para su rescate.

Se recorrieron las comunidades para realizar la colecta de maíz nativo (2 kg por muestra). Una de las problemáticas con las que se enfrentó, fue la falta de lluvia en 2023, motivo por el cuál, algunos productores que anteriormente tenían una buena cosecha del grano criollo o nativo actualmente no tenían. La agricultura es de temporal, no cuentan con un sistema de riego, y dependen completamente de las lluvias y de su inestabilidad.

Se colectaron las muestras de maíz, en las comunidades de La Cabrera, Zapotal, Colonia Mario Flavio Altamirano, pertenecientes al municipio de Paso del Macho, en la comunidad de La Cabrera se encontró una muestra de maíz azul. Así como en las comunidades de San Felipe y El Coyol pertenecientes al municipio de Comapa.

Las razones de los productores para seguir sembrando estos maíces son el sabor del elote, el dulzor del grano, suavidad y cremosidad en las tortillas.

Las variables evaluadas en algunas muestras colectadas, fue el peso de 100 granos, longitud, ancho y grosor del grano. Se tomaron tres repeticiones de cada muestra para realizar las mediciones de cada una de las variables (Tabla 3.9).



Tabla 3.9. Datos de las muertas, se ven las diferentes variables.

Muestras	Repetición	Peso	Longitud	Ancho	Grosor	Color
La cabrera Negro	R1	29.8	1.28	0.7	0.24	Negro
La cabrera Negro	R2	27.8	1.14	0.78	0.26	Negro
La cabrera Negro	R3	30.4	1.26	0.76	0.28	Negro
Zapotal	R1	33.3	1.28	0.85	0.22	Amarillo
Zapotal	R2	34.9	1.36	0.93	0.26	Amarillo
Zapotal	R3	33	1.32	0.9	0.25	Amarillo
Mario Flavio	R1	37.8	1.4	0.88	0.34	Crema
Mario Flavio	R2	34.6	1.44	0.72	0.26	Crema
Mario Flavio	R3	35.2	1.4	1.76	0.27	Crema
San Felipe	R1	32	1.5	0.94	0.28	Blanco
San Felipe	R2	33	1.46	0.92	0.3	Blanco
San Felipe	R3	31	1.45	0.9	0.29	Blanco
El Coyol	R1	36.3	1.22	0.86	0.32	Amarillo
El Coyol	R2	34.5	1.18	0.84	0.26	Amarillo
El Coyol	R3	33.2	1.2	0.85	0.3	Amarillo

La Cabrera	R1	37.5	1.38	0.76	0.32	Amarillo
La Cabrera	R2	33.5	1.18	0.88	0.34	Amarillo
La Cabrera	R3	34.2	1.2	0.87	0.33	Amarillo

Se realizó un análisis estadístico de medias en el Software de Rstudio, el cual se puede observar en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Análisis de las Medias.

Muestras	Peso	Longitud	Ancho	Grosor
La Cabrera	35.06667 ab	1.253333 bc	0.8366667 a	0.3300000 a
La Cabrera Negro	29.33333 c	1.226667 c	0.7466667 a	0.2600000 ab
Mario Flavio	35.86667 a	1.413333 ab	1.1200000 a	0.2900000 ab
El Coyal	34.66667 ab	1.200000 c	0.8500000 a	0.29333333 ab
San Felipe	32.00000 bc	1.470000 a	0.9200000 a	0.2900000 ab
Zapotal	33.73333 ab	1.320000 abc	0.8933333 a	0.2433333 b

El análisis de las medias muestra un valor superior en el caso de la variable de peso de 100 granos en la colecta de Mario Flavio, por arriba de La Cabrera, de Zapotal y de El Coyal. En la variable de longitud se encuentra Zapotal con una mejor respuesta, en comparación de las colectas restantes. Para el caso del ancho del grano se encontró un resultado estadísticamente igualitario en las 6 muestras. Para el ancho del grano fue la muestra de La Cabrera la que tuvo un mejor resultado. Estos datos preliminares muestran que la colecta de Mario Flavio fue la mejor.

T12	T6	T5
T9	T7	T8
710	T4	T11

Debido a la variación del suelo, se decidió emplear un diseño experimental de látice 3x4, con tres repeticiones en los tres sitios experimentales (Tabla 3.12).

Tabla 3.12. Variables tomadas en campo, en los ensayos de variedades de maíz nativo, en la Comunidad de El Coyal, Municipio de Comapa.

Bloque	Colectas	Repetición	Tiempo de germinación (días)	Floración Masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura (metros)
Bloque 1	T1	R1	5	53	55	2.48
bloque 2	T1	R2	6	54	54	2.35
bloque 3	T1	R3	7	53	56	2.57
bloque 1	T2	R1	7	53	55	2.6
bloque 2	T2	R2	6	52	54	2.3
bloque 3	T2	R3	5	52	55	2.55
bloque 2	T3	R1	5	52	55	2.31
bloque 2	T3	R2	6	54	55	2.22
bloque 1	T3	R3	7	58	61	2.24

bloque 1	T4	R1	7	55	55	2.51
bloque 2	T4	R2	6	64	64	2.05
bloque 2	T4	R3	7	64	65	2.46
bloque 3	T5	R1	5	50	52	2.4
bloque 1	T5	R2	5	64	64	2.33
bloque 2	T5	R3	7	63	64	2.45
bloque 2	T6	R1	5	55	56	2.34
bloque 2	T6	R2	7	59	59	2.36
bloque 3	T6	R3	6	58	60	2.75
bloque 3	T7	R1	0	0	0	0
bloque 1	T7	R2	0	0	0	0
bloque 2	T7	R3	0	0	0	0
bloque 1	T8	R1	7	54	55	2.4
bloque 3	T8	R2	5	0	0	0
bloque 3	T8	R3	5	59	60	2.5
bloque 3	T9	R1	5	62	64	2.59
bloque 3	T9	R2	6	53	55	2.36
bloque 1	T9	R3	5	56	56	2.47
bloque 1	T10	R1	5	54	56	2.48

bloque 3	T10	R2	5		51	55	2.65
bloque 1	T10	R3	5		52	54	2.21
bloque 1	T11	R1	5		55	57	2.46
bloque 3	T11	R2	5		52	55	3.34
bloque 2	T11	R3	5		54	55	2.45
bloque 2	T12	R1	5		55	56	2.55
bloque 1	T12	R2	5		57	58	2.36
bloque 3	T12	R3	5		58	60	2.43

En la tabla 3.12, se muestran los resultados de tres variables, del ensayo establecido en la Comunidad de El Coyol a manera de ejemplo, falta realizar el análisis estadístico de comparación de medias y todos los datos de los demás ensayos. Es necesario mencionar que, en uno de los ensayos, por falta de comunicación con el productor participante, cosechó anticipadamente por lo que no se podrá tener información de rendimiento y sus componentes. Aun así los dos ensayos permitirán proporcionar información suficiente sobre el comportamiento de las 12 variedades y ver las más sobresalientes para iniciar un ciclo de mejoramiento participativo.

Es importante mencionar que se evidenció la estrategia común que ocurre entre los productores, el intercambio de semillas. Como los ensayos fueron establecidos entre los grupos de productores e investigadores y estudiantes, los primeros siguieron todo el ciclo de cultivo y el proceso de trabajo, de manera que observaron el comportamiento de los genotipos, hasta la cosecha. Ese acompañamiento les permitió conocer los diversos materiales y una vez que se cosechó para medir las variables definidas, ellos cosecharon la parte restante de la parcela experimental y se distribuyeron la semilla de las colectas que les gustaron. Por lo que una vez



que se tomen todos los datos, se realicen los análisis estadísticos, se valorará con ellos para definir dos rutas, una la adopción y siembra del genotipo por ellos y otra, la continuación del mejoramiento genético por selección rigurosa, al amparo de otro proyecto, que pueda gestionar financiamiento.

Como se ha discutido secciones arriba, en la región se ha impulsado la siembra de genotipos mejorados, principalmente híbridos, de empresas semilleras transnacionales como parte del modelo neoliberal de mercantilizar los alimentos. Donde se idealizó el monocultivo, fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, para entregar el grano a los intermediarios, poniendo en alto riesgo a los pequeños productores, dependiendo de muchos insumos y a merced de un mercado voraz.

Ante ello planteamos un manejo del agroecosistema menos dependiente de fertilizantes, al incluir en su mejora la incorporación de leguminosas, que aportan materia orgánica y fijan nitrógeno, adición de roca fosfórica como fuente de fósforo, y cal dolomita para regular pH y mejorar la disponibilidad nutrimental. Bajo esta estrategia de manejo agroecológico, se planteó validar un híbrido comercial de la empresa Reycoll Seeds, empresa mexicana con precios menores a las transnacionales y de muy buen comportamiento y calidad de grano. Se adquirieron con fondos del proyecto, una bolsa de SKW-502, de color de grano blanco y buena calidad tortillera, así como la variedad Tuxpeño Amarillo, con fines de grano forrajero. En la tabla 3.13 se muestran sus características.

Tabla 3.13. Características de híbrido SKW-502 y variedad sintética Tuxpeño Amarillo.

Características	Híbrido Trilineal SKW-502	Variedad Sintética Tuxpeño Amarillo
Ciclo	Intermedio	Precoz
Propósito	Grano	Forrajero
Condiciones	Buen temporal y riego	Temporal y riego

Floración (días)	56	65
Madurez (días)	125	120
Altura planta (cm)	280	280
Altura mazorca	140	140
Adaptación	0-1700 snm	0-1700 msnm
Densidad siembra (semillas/ha)	65-80 mil	65-80 mil

Estos dos materiales fueron establecidos en diferentes cantidades de surcos y de largo, encontrando los siguientes resultados.

En la comunidad de El Coyol, municipio de Comapa, Veracruz, se trabajó con el productor Noé Lagunes Velázquez, representante de un grupo conformado por 25 productores. Durante el ciclo agrícola se establecieron dos materiales de maíz. El primero correspondió al híbrido SKW-502, del cual se sembraron nueve surcos con una longitud de 80 metros cada uno, con fecha de siembra el 20 de junio de 2024. El segundo material fue la variedad Tuxpeño amarillo, igualmente sembrada en nueve surcos de 80 metros de longitud y en la misma fecha; sin embargo, este material presentó dificultades en la germinación, atribuibles al exceso de humedad en el suelo al momento de la siembra.

Tabla 3.14. Variables medidas en tres genotipos sembrados en parcelas de validación en la Comunidad de El Coyol, Municipio de Comapa.

Variable	SKW-502	Tuxpeño amarillo	H. Dekalb DK-357
% de acame	7.8	4.7	57.1
% de mz sanas	52.7	Sin dato	34.7
% de grano	85.1	85.1	86.3
Color de grano	Blanco	Amarillo	Blanco
Rend. grano (ton/ha)	7.6	7.4	6.7
Característica de tortilla	Suavidad por tiempo prolongado	Sin dato	La tortilla se endurece rápido



Los resultados de la Tabla 3.14 fueron obtenidos de 2 muestreos en las parcelas de validación, tomando un surco de 10 m de longitud. Los datos fueron tomados mediante la colaboración de investigadores y productores, estableciendo un dialogo sobre las virtudes de los contenidos del proyecto. Como se puede observar, los híbridos de la empresa nacional mostraron una adaptación muy buena a la región, mostrando superioridad en rendimiento y calidad tortillera a uno de los híbridos de la trasnacional cuyo precio de la semilla es mayor, lo que representa una alternativa para los productores para producir maíz para el mercado.

Como parte del proyecto este grupo sembró el híbrido SKW-502 y la variedad sintética Tuxpeño amarillo, también se consideró para la comparación un híbrido CB de Monsanto que normalmente vienen sembrando. La fecha de siembra de los primeros fue el 15 de julio y del CB el 7 de julio de 2024. El productor sembró 20 surcos de 50 m de longitud, de los materiales de Reycoll Seeds y del CB como una hectárea. El proceso de cultivo estuvo a cargo del grupo, siguiendo su tecnología, pero con aplicación de cal dolomita y roca fosfórica.

Los resultados de la Tabla 3.15 fueron obtenidos de 2 muestreos en las parcelas de validación, tomando un surco de 10 m de longitud. Los datos fueron tomados mediante la colaboración de investigadores y productores, estableciendo un dialogo sobre las virtudes de los contenidos del proyecto. Es importante mencionar que el híbrido CB y el maíz nativo negro, fueron sembrados en una parcela donde el ciclo anterior se sembró Canavalia, por lo que se expresó un alto rendimiento en comparación con los otros dos genotipos, donde no hubo tal condición.

Tabla 3.15. Variables medidas en cuatro genotipos sembrados en parcelas de validación en la Comunidad de San Felipe, Municipio de Comapa.

Variable	SKW-502	Tuxpeño amarillo	H. CB	Maíz nativo
% de acame	0	0	0	43.7
% de mz sanas	75	49	89.5	90
% de grano	85.2	85.1	87.5	84
Color de grano	Blanco	Amarillo	Blanco	Negro
Rend. grano (ton/ha)	6.0	4.6	6.9	5.9

Por las características del Tuxpeño amarillo de su alto contenido de almidón en el grano y la fecha de cosecha tardía (21 de enero de 2025), se presentó alta infestación de gorgojo, sin embargo, los productores consideran que cosechando a finales de diciembre disminuiría la infestación, valorando el genotipo de manera positiva, para alimentación de sus bovinos. Existe la opinión generalizada que la infestación en los maíces nativos es mucho menor que los híbridos, tanto por plagas como por enfermedades. Los resultados del comportamiento de los híbridos ofrecen una alternativa más económica para los agricultores, respecto a los híbridos de las trasnacionales que vienen cultivando.

Tabla 3.16. Variables medidas en dos genotipos sembrados en parcelas de validación en la Comunidad de Amatitla, Municipio de Tlacotepec de Mejía.

Variable	SKW-502	Tuxpeño amarillo
% de acame	0	0
% de mz sanas	86.6	90.2
% de grano	81.1	83.3
Color de grano	Blanco	Amarillo
Rend. grano (ton/ha)	4.6	4.2



El productor cultiva café y maíz, éste le interesa para su consumo (Tabla 3.16). Aunque los genotipos mostraron menor % de grano que, en los demás sitios de validación, asimismo se obtuvo el rendimiento más bajo de los demás sitios. Sin embargo, al productor le gustó el desempeño de los híbridos por lo que son una opción más para su cultivo.

Referencias

- Aguirre, J. A. (2019). Metodología para conservar la diversidad del maíz en Guanajuato. *Acta Fitogenética*, 6(1), 36. https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2018). Agroecología y cambio climático: Adaptación o transformación. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2), 235–243. <https://doi.org/10.15359/rca.52-2.13>
- Gálvez Hernández, Y., & Elizondo Salas, A. C. (2019). Conocimiento tradicional y usos de maíces nativos en tres comunidades de Zongolica, Veracruz. *Acta Fitogenética*, 6(1), 28. https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- García García, M. D., Reyes López, D., & Alfonso Ruiz, O. I. (2019). Usos y costumbres bioculturales de los maíces nativos en la región de Teziutlán. *Acta Fitogenética*, 6(1), 6. https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- García Moya, J. F. (2003). El mejoramiento genético participativo desde una perspectiva agroecológica: Algunos avances. Reunión de Agroecología, Granada, España.
- García Moya, J. F. (2016). *Transiciones campesinas en la Sierra Gorda Guanajuatense: Una mirada agroecológica*. Universidad Autónoma Chapingo.
- García Moya, J. F. (2021). La revalorización del saber local en la Sierra Gorda Guanajuatense. En A. Cruz León & A. Franco García (Eds.), *Etnoagronomía: Utopía y alternativas al desarrollo* (pp. 153–184). Universidad Autónoma Chapingo.



- García Moya, J. F. (2023). Desarrollo tecnológico sostenible: Mejoramiento genético participativo de maíces nativos en el Centro de Veracruz. En S. J. G. Partida (Ed.), *Memoria de reunión anual del CENIDERCAFE y primer Seminario de Investigación de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias* (pp. 16–25). CRUO-UACH.
- Guzmán Casado, G., González de Molina, M., & Sevilla Guzmán, E. (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo sostenible*. Ediciones Mundi Prens.
- Hernández-Ramos, M. A., Guevara-Hernández, F., Basterrechea-Bermejo, J. L., Coutiño-Estrada, B., O-Arias, M. A. L., & Pinto-Ruiz, R. (2020). Diversidad y conservación de maíces locales de la Frailesca, Chiapas, México. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 43(4), 471–479. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4.471>
- Martínez-Aguilar, L., Andrés-Meza, P., del Rosario Arellano, J., Sierra-Macías, M., Espinosa-Calderón, A., Tadeo-Robledo, M., Leyva-Ovalle, O. R., del Rosario-Arellano, J. L., & Rodríguez-Montalvo, F. A. (2019). Componentes genéticos en dos ciclos de selección de maíz nativo. *Acta Fitogenética*, 6(1), 75. https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2019/11/ACTA6_6Nov_opt.pdf
- Mijangos-Cortés, J. O., Ku-Pech, E. M., Fernández-Barrera, M. A., Simá-Gómez, J. L., & Latournerie-Moreno, L. (2022). Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la milpa maya en Yucatán. *Acta Fitogenética*, 8(1), 180-184. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2019/2019-09-12-Mijangos-Sima-Ku-Pech-Revalorizando-a-la-Milpa-Maya.pdf
- Ortega Paczka, R., Arce, A. Ch., & Moreno, M. (2021). Premejoramiento y mejoramiento de maíces nativos: Caso de Valles Altos Centrales, México. En P. R. Ortega (Comp.), *Estudios de diversidad, conservación in situ y mejoramiento de maíces nativos en México* (pp. 107–128). Universidad Autónoma Chapingo.



Sahagún Castellanos, L., Barrera Gutiérrez, E., Márquez Sánchez, F., Gómez Montiel, N. O., Trujillo Campos, A., Coutiño Estrada, B., Castro García, H. F., Castellanos Sánchez, A., & Morales Valderrama, J. G. (2017). Selección masal visual en una población de maíz Jala mejorada por retrocruza limitada en Zapopan, Jalisco. *Acta Fitogenética*, 4. <https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2017/12/Acta-Fitogenetica-Vol-4.-2017.-29-Agosto.pdf>



✦✦ Conocimiento que transforma sociedades
✦✦ Tú inspírate, nosotros publicamos

La Memoria de trabajos del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFÉ) 2024, adscrito a la Universidad Autónoma Chapingo, refleja el compromiso sostenido del centro con el desarrollo integral de las comunidades rurales y las regiones cafetaleras de México. Esta edición reúne investigaciones orientadas a generar soluciones innovadoras frente a los desafíos sociales, económicos, productivos y ambientales de los territorios cafetaleros. A través de sus tres ejes estratégicos: diversificación productiva, fortalecimiento de cadenas productivas y desarrollo tecnológico para la sustentabilidad y gestión de recursos naturales, se presentan proyectos que combinan conocimiento científico y saberes locales, promoviendo alternativas prácticas y sostenibles. Entre los trabajos destacados se incluyen la engorda de cerdos en cama profunda como modelo rentable y ambientalmente responsable, la introducción de nuevas variedades de alcatraz, la aplicación de bioestimulantes y bocashi en cultivos de espárrago, así como estrategias de comercialización y posicionamiento del café, fortalecimiento de la cadena de valor en regiones minifundistas y la valorización de productos artesanales como el queso tetilla. Asimismo, se documentan avances en ganadería bovina sostenible, manejo integral de la sanidad animal, diagnóstico socioeconómico de comunidades y programas de mejoramiento de maíces nativos, buscando preservar la diversidad genética y cultural. Esta memoria evidencia más de dos décadas de experiencia institucional basada en la vinculación con productores y comunidades, generando conocimiento aplicable que impulsa la productividad, la resiliencia y la sustentabilidad de los territorios rurales. En conjunto, la obra no solo registra avances científicos y técnicos, sino que proyecta una visión transformadora del desarrollo rural, consolidando al CENIDERCAFÉ como un actor clave en la construcción de regiones más productivas, equitativas y ambientalmente responsables.



ISBN: 978-1-968794-33-0

