Memoria de la reunión anual

del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras 2023

y Primer Seminario de Investigación de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias

José Gervasio Partida Sedas
Lucero Rocha Bolaños
Maribel Estudillo De la Cruz
(Compiladores)

Memoria de la reunión anual

del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras 2023

y Primer Seminario de Investigación de la Ingeniería en Gestión de Redes Agroalimentarias

José Gervasio Partida Sedas
Lucero Rocha Bolaños
Maribel Estudillo De la Cruz
(Compiladores)

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

ISBN: 979-8-9920482-1-6

DOI: https://doi.org/10.64092/KSIK1168

© José Gervasio Partida Sedas, 2025. All rights reserved.

© Lucero Rocha Bolaños, 2025. All rights reserved.

© Maribel Estudillo De la Cruz, 2025. 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 Atribution 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

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. Hugo Freddy Torres Maya. Universidad de Cienfuegos, Cuba

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

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

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

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

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

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

CONTENIDO

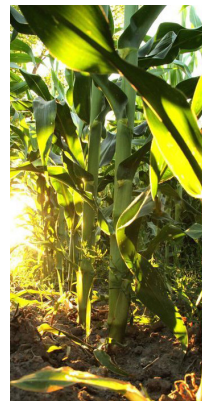
Presentación 8

01. Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad y la gestión de los recursos naturales

Dinámica y sostenibilidad productiva en la región Tzeltal en Abasolo, Ocosingo; Chiapas. 11

Desarrollo tecnológico sostenible: mejoramiento genético participativo de maíces nativos en el centro de Veracruz..... 22

Engorda de cerdos profunda: alternativa sostenible para pequeños productores de la región central de las altas montañas del estado de Veracruz 30



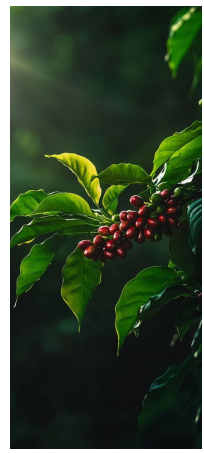
02. Cadenas productivas de las regiones cafetaleras

Tecnologías postcosecha y calidad del café: el caso del beneficiado de la región Otomí Tepehua 47

Desarrollo del tostado artesanal de café en comunidades Otomí- Tepehua de Tenango de Doria, Hidalgo 57

Innovación en la selección de variedades de café resilientes al cambio climático 64

Evaluación del perfil sensorial del café de la variedad Typica en relación con el proceso de tostado 73



CONTENIDO

03. Diversificación productiva en las regiones cafetaleras

Desarrollo de una colación de mango deshidratado: prueba de preferencia de consumo de tres variedades 81

Secado solar de hierba santa (*Piper auritum* Kunth) con ayuda de un secador solar tipo invernadero 89

Secado solar de masa de maíz para harina artesanal en las altas montañas de Veracruz ... .95

Queso artesanal saborizado con café como innovación para los pequeños ganaderos de las regiones cafetaleras 101

Análisis sensorial y de preferencia de quesos industriales vs quesos artesanales de la región de Atzalan, Veracruz 108

PRESENTACIÓN

Con una trayectoria de más de 22 años, desde su formalización en la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), los integrantes del Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) son investigadores que en un esfuerzo conjunto plantean proyectos a fin de generar alternativas viables a los problemas técnicos, productivos, sociales, económicos, culturales y ecológicos del medio rural, mediante procesos de vinculación e intercambio de saberes en las regiones cafetaleras.

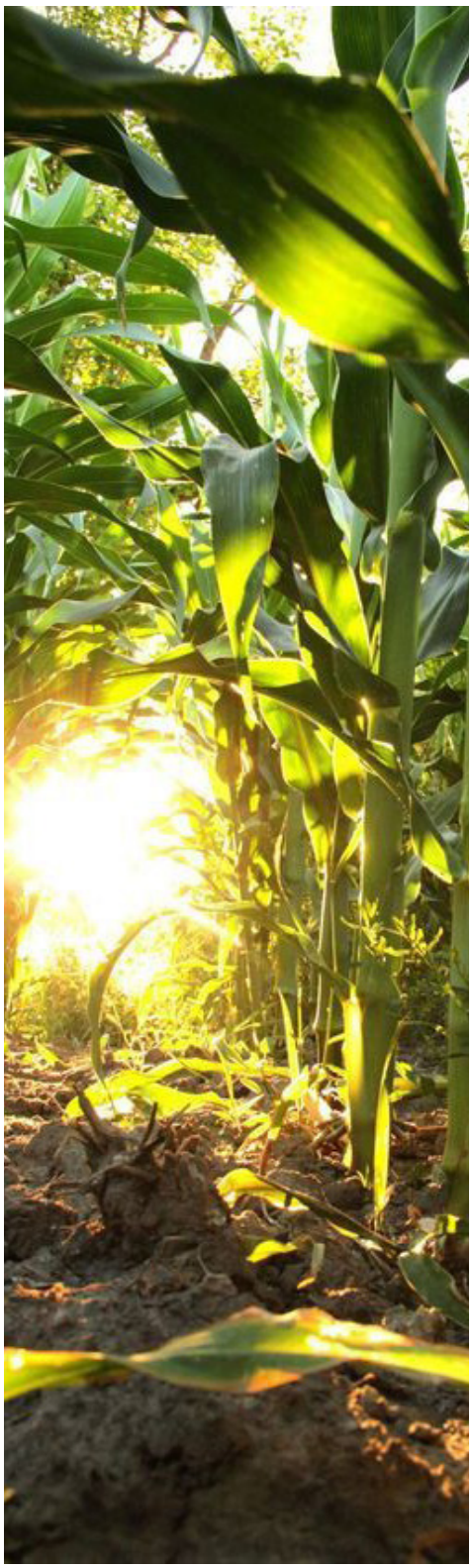
Actualmente el CENIDERCAFE tiene tres líneas de investigación: la primera, se centra en el desarrollo tecnológico sostenible a través de una eficiente gestión de los recursos naturales de las regiones cafetaleras. El estudio de las cadenas productivas constituye una segunda línea, integrando cada eslabón de la red de valor, desde la producción hasta la comercialización del café y otros productos agroalimentarios de las regiones cafetaleras. En la tercera línea, se aborda la diversificación productiva como una estrategia esencial para fortalecer la resiliencia de las comunidades cafetaleras ante los cambios del entorno económico y climático.

Con el objetivo de lograr una integración orgánica de la investigación en la UACh con los programas educativos, este año 2023 la reunión anual del CENIDERCAFE se fusiona con el Primer Seminario de Investigación en Redes Agroalimentarias, abriendo un espacio para la discusión y el intercambio de conocimientos, la presentación de nuevos avances científicos y la generación de sinergias que fortalezcan las investigaciones en curso y estimulen nuevas iniciativas, abordando temáticas más amplias y no exclusivamente tecnologías del café.

Atentamente

José Gervasio Partida Sedas

Coordinador del CENIDERCAFE



01.

DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA SUSTENTABILIDAD Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Dinámica y sostenibilidad productiva en la región Tzeltal en Abasolo, Ocosingo; Chiapas

Francisco Javier López García[1]

E-mail: flopezg@chapingo.mx

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras- Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

Resumen

Este estudio examina la situación agrícola de la comunidad indígena en Abasolo, Ocosingo; Chiapas, y evalúa la viabilidad financiera de la cooperativa “Casa Tierra Ixin”. Los resultados del análisis financiero se dividen en tres entornos: el MAC (Medio Ambiente Conservado), representado por el “acahual” (tierra en descanso); el MAU (Medio Ambiente Utilizado), constituido por el cafetal; el MAT (Medio Ambiente Transformado), compuesto por la milpa y el traspatio. Al evaluar el equilibrio dinámico de la comunidad en intercambios económicos y ecológicos, se observa que, en promedio, cada familia presenta saldos positivos.

Palabras clave:

Ocosingo, situación, modo, cooperativa.

Introducción

El término Metabolismo ha sido empleado en los ámbitos industrial y social (Martínez, 2003). El metabolismo industrial se enfoca en los flujos de materia y energía en la sociedad industrial moderna, abarcando la cadena de extracción, producción, consumo y eliminación (Fischer- Kowalski, 2002).

En el estudio de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, el concepto cuantifica los flujos de materia y energía intercambiados entre conglomerados sociales, individuos específicos y el medio natural (ecosistemas, paisajes, etc.). Se conoce como ‘metabolismo social’,

‘metabolismo socioeconómico’ o ‘metabolismo industrial’. Aunque muchos análisis se han centrado más en cuantificar los flujos de energía que los de materiales, argumentando que su cálculo es aparentemente más sencillo, la investigación actual sostiene que el concepto de metabolismo social se ha reducido, en su mayoría, a cuantificar los flujos de materiales o energías que una sociedad intercambia con su entorno natural durante la apropiación de recursos y servicios (inputs), así como durante el reciclaje de residuos y desechos (outputs) (González de Molina & Toledo, 2011).

Esta investigación tiene como objetivo analizar la sociedad y la naturaleza desde la condición campesina y el modo de producción, aplicando la teoría del metabolismo. Se busca comprender las estrategias de resistencia y amortiguamiento adoptadas por la comunidad de Abasolo, Ocosingo, Chiapas.

Materiales y Métodos

La comunidad de Abasolo se encuentra emplazada en el primer valle de Ocosingo, en una zona de transición entre las regiones fisiográficas de Montañas del Norte de Chiapas, Meseta Central y Seranías de la Lacandona, con coordenadas de Longitud (dec): -92.215278 y Latitud (dec): 16.821389.

Esta investigación se basa en entrevistas y encuestas, empleando un enfoque mixto. La determinación de la condición campesina se fundamentó en una entrevista realizada a las autoridades de la comunidad de Abasolo el 16 de mayo de 2016. Los cuestionarios se aplicaron los días 16, 17 y 18 de mayo de 2016. Se asignaron etiquetas del uno al ocho a las ocho familias registradas en la cooperativa

“Casa Tierra Ixin” para garantizar la confidencialidad de la encuesta.

Los datos recopilados fueron ingresados en Excel para obtener los porcentajes de las diversas actividades realizadas por las familias de la cooperativa.

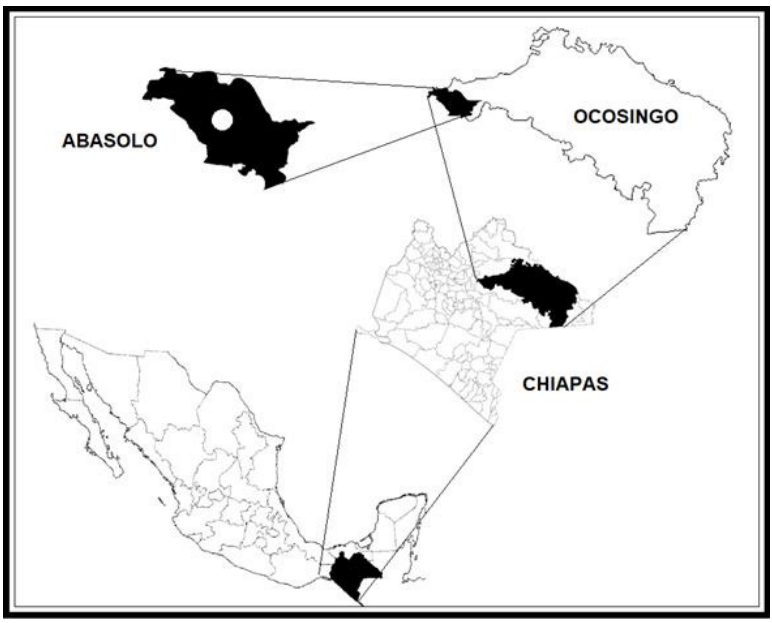


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Abasolo, Ocosingo, Chiapas.

Resultados

Condición campesina

El pueblo originario Tzeltal ha mantenido su cultura en sincretismo desde la conquista hasta la fecha. Destaca su árbol sagrado, la pochota (Ceiba petandra), presente siempre frente a las iglesias. Las autoridades mantienen el “bastón de mando”, al cual pueden ostentar, después de cumplir con todos los cargos. Según el agente municipal, la comunidad elige a sus autoridades mediante propuestas y votos de aproximadamente 6,000 ciudadanos. El candidato obligatoriamente tuvo que haber sido policía, encargado de la CONASUPO (Compañía, Nacional de Subsistencias Populares) (opcional), el patronato de agua potable, comité de primaria, COBACH o de secundaria. El síndico de igual manera, ya que son los más inmediatos, posteriormente el

primer alcalde, el segundo alcalde, el tercer alcalde y el cuarto alcalde. Los alcaldes son los que tienen la lista de todos los habitantes de todos los cooperantes los que ya tienen mayores de 18 años.

El ejido Abasolo tiene relación con otras 57 comunidades aproximadamente, también una asociación conocida como SUBCOPLADEM (Comité de planeación para el Desarrollo Municipal) donde se manejan los proyectos de calle, de vivienda, etc.

La comunidad prioriza el autoconsumo de la mayoría de sus productos, vendiendo algunos, como el café. Reciben recursos gubernamentales a través de programas como PROSPERA y SPA. Además de la agricultura, los habitantes se dedican a diversas actividades, como albañilería, carpintería y la producción limitada de trajes típicos, siendo solo el 30% destinado a la venta.

Modo de producción

A continuación, se expone de manera concisa y estructurada la gestión y dinámica de los métodos de producción en la comunidad, obtenidas a través de la observación directa, entrevistas detalladas y el análisis de datos. En la tabla 1 se presentan los ambientes de producción existentes:

Tabla 1. Unidades de paisaje o ambientes encontrados en la comunidad.

Ambientes	Paisajes	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Familias
MAC	Tierra en descanso	14.9	55.8	7
MAT	Milpa	5.8	21.7	7
	Traspatio	3	11.2	5
MAU	Cafetal	3	11.2	5
Total		26.7	100	8

Medio Ambiente Conservado (MAC)

Se observa que más del 55.8 % de los productores indicaron poseer tierra en descanso. La tierra en descanso se le conoce como Acahual, que es una porción de tierra que se deja descansar y se compone de vegetación secundaria, provee la leña necesaria para la preparación de alimentos (Tabla 1 y Figura 2).

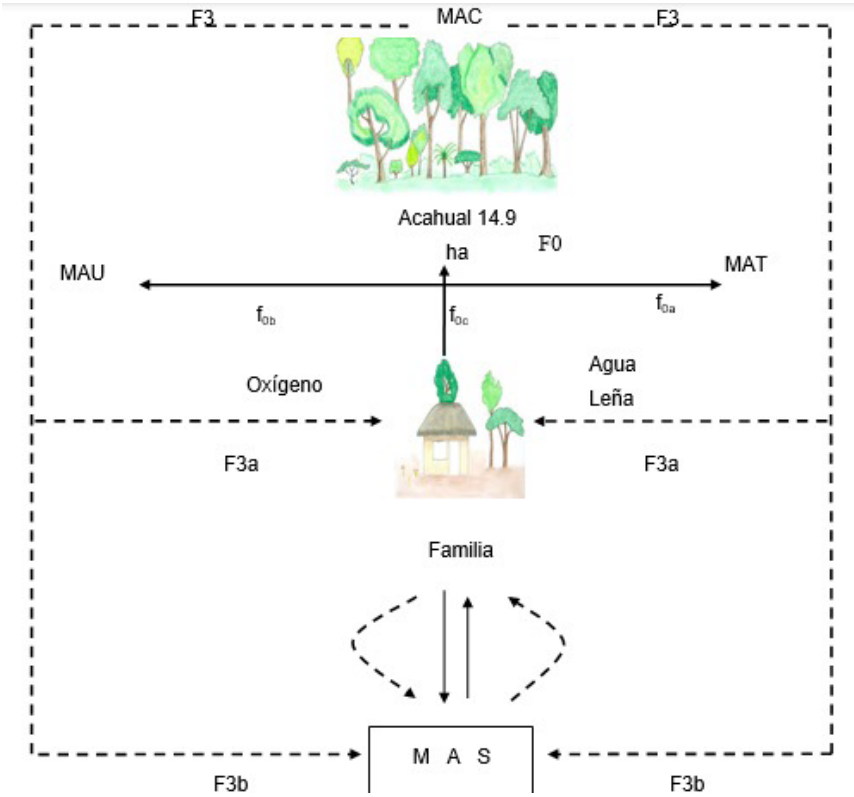


Figura 2. El MAC en Abasolo Ocosingo; Chiapas.

Fuente: elaboración propia, de aquí en adelante todas las figuras basadas en las ilustraciones tomadas de Toledo (2008); González de Molina & Toledo (2011); López (2013); y López et al (2018).

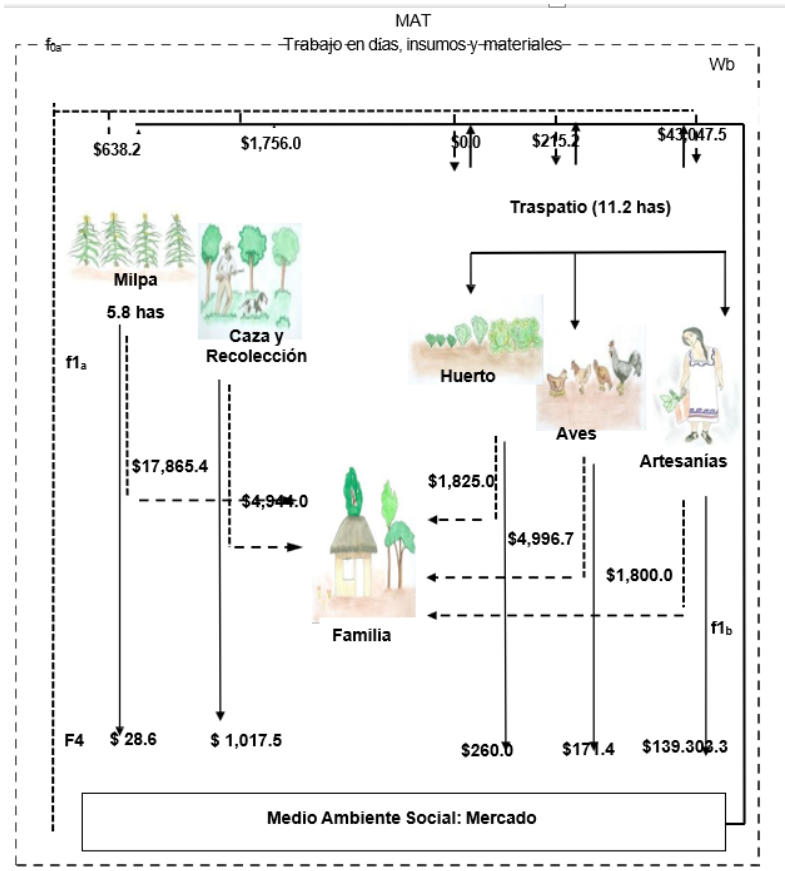


Figura 3. Análisis de flujos en el MAT.

Medio Ambiente Transformado (MAT)

Por otro lado, el conjunto está compuesto por la milpa y el traspatio. En cuanto a la milpa, el 87.5%

de los encuestados se asocia con el cultivo de frijol y calabaza, utilizando el maíz para consumo propio y el de sus aves. Además, el 50% dedica tiempo a la caza de animales y a la recolección. En relación al traspatio, donde se cultivan hortalizas, frutales y verduras, más del 50% de los encuestados dedica tiempo a esta actividad. Asimismo, más del 87% se involucra en el manejo de aves y el 50% participa en la producción de artesanías (Figura 3).

En lo que respecta al huerto y los gallineros, la estrategia predominante es el autoconsumo. Las familias participantes consumen, en promedio al año, 345 huevos de gallina, 15.2 gallinas, 5 pollos y 4 gallos. Además, incluyen en su dieta 3

guajolotes, especialmente durante los días de fiesta o fin de año, junto con sus huevos, y 6.8 patos.

Medio ambiente utilizado (MAU)

El MAU se compone de dos sistemas: el especializado, donde la producción se limita al café, y el sistema de policultivo, que combina café y frutales. Solo el 50% de las familias encuestadas (4 en total) (Tabla 2) cuenta con cafetales, y estas familias gestionan el proceso hasta llegar al molido. El sistema de policultivo ofrece a los tzeltales la ventaja de obtener una variedad de productos, como macadamia, guayaba, mango, mandarina, toronja, naranja, aguacate y plátano.

Tabla 2. Micro paisajes en el cafetal.

Micropaisaje	Familias	Porcentaje
Café	2	50
Café-Frutales	2	50

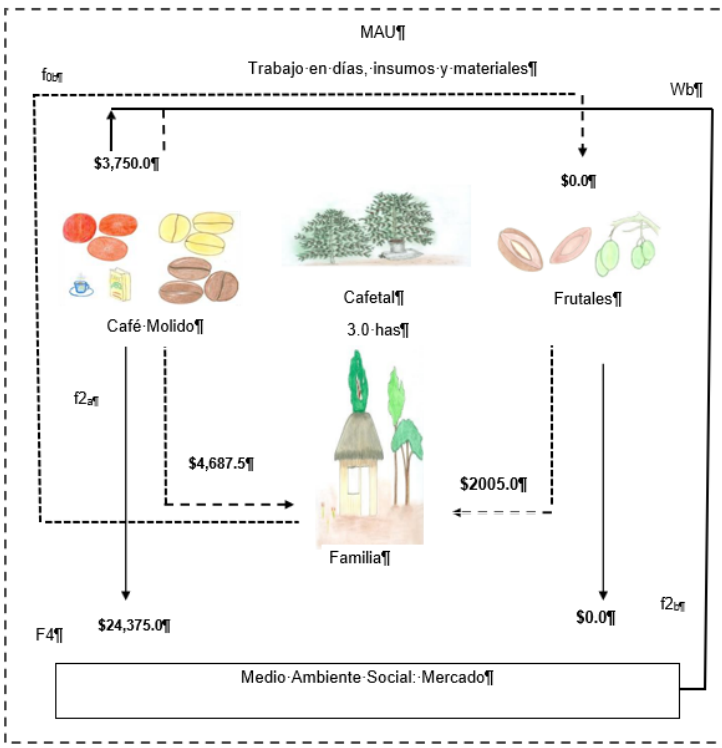


Figura 4. Análisis de flujos en el medio ambiente utilizado (MAU).

En términos financieros, el grupo que procesa pergamino más molido tiene ingresos totales de $3,750. Las salidas incluyen $4,687.5 destinados al autoconsumo y $24,375 generados por ventas directas en el mercado (Figura 4). Los apoyos del gobierno sirven como complemento para todas las familias encuestadas (100%) que tienen acceso a ellos, promediando $20,897. En resumen, cada familia experimenta un flujo de retorno que alcanza en promedio los $79,122.0 pesos mexicanos.

Medio ambiente social (MAS)

Los respaldos del Gobierno Federal a través del programa "PROSPERA" están orientados a mujeres y estudiantes de primaria, secundaria y bachillerato. El programa "60 y más" está diseñado para adultos mayores de 60 años, mientras que para el sector agrícola existe el programa "PROAGRO"- De las ocho familias encuestadas, el 100% informó recibir algún tipo de subsidio. En promedio, las familias indicaron recibir $20,897.1 en subsidios anuales por unidad familiar (Figura 5).

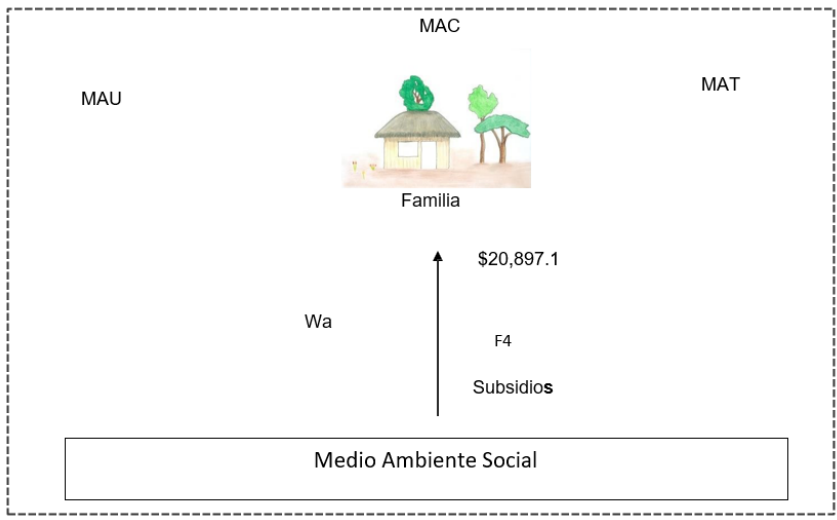


Figura 5. Análisis de flujo del Medio Ambiente Social (MAS).

Flujos económicos y ecológicos

Se manejan tres mega-ambientes (el medioambiente transformado, el usado y el conservado) desarrolladas en

cuatro unidades paisajísticas (tierra en descanso, milpa, traspatio y cafetal). En el medio ambiente social (MAS) se obtienen subsidios (Figura 8). Son siete las actividades que la comunidad de Abasolo 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.

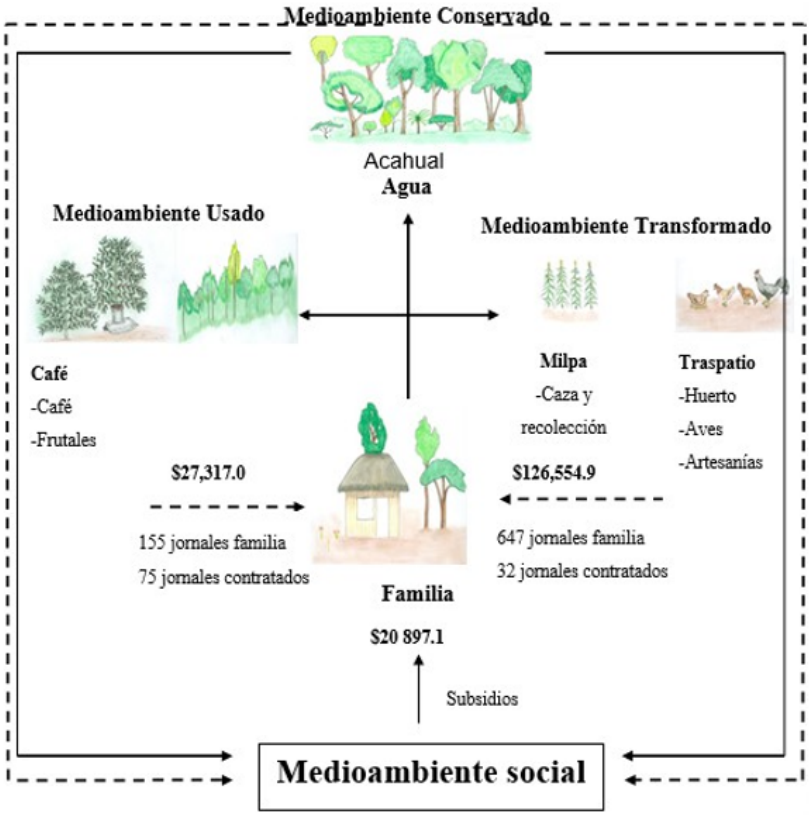


Figura 6. Modelo de flujos para la comunidad Abasolo.

Observando un flujo de retorno de $153,872.4 en promedio por familia. En el Medio Ambiente Social, los subsidios de los programas de gobierno hacen que puedan llegar a obtener $20,897.1, lo cual suma un total de $174,769.6 pesos en promedio por familia al año (Tabla 3).

Tabla 3. Intercambios económicos y ecológicos de Abasolo, Ocosingo, Chiapas.

Actividad	Familias	Entradas ($)	Salidas ($)		Subtotal
			Autoconsumo	Mercado	
Milpa	7	638.2	17,865.4	28.5	17,255.7
Caza y recolección	4	1,756.0	4,944.0	1,017.5	4,205.5
Huerto	5	0.0	1,825.0	260.0	2,085.0
Aves	7	215.2	4,996.7	171.4	4,952.9
Artesanías	4	43,047.5	1,800.0	139,303.3	98,055.8
Café y molido	4	3,750.0	4,687.5	24,375.0	25,312.5
Café-frutales	2	0.0	2,005.0	0.0	2,005.0
Subtotal					153,872.4
Subsidios	8				20,897.1
Subtotal					20,897.1
TOTAL					174,769.6

Conclusiones

La metodología desarrollada ha demostrado ser efectiva para llevar a cabo estudios campesinos desde perspectivas económicas y sociales. Contrario a la hipótesis general, la comunidad de Abasolo mantiene un claro modo de producción y conserva su identidad campesina. La hipótesis particular, centrada en la cooperativa “Casa Tierra Ixin”, ha sido validada al identificar ocho actividades individuales, destacando la especialización en la producción de café, que abarca desde su cultivo hasta la transformación y molido. Las artesanías se erigen como el eje económico en las familias participantes.

A nivel colectivo, la comunidad preserva sus usos y costumbres, resistiendo los efectos del colonialismo. El Medio Ambiente Transformado (MAT) revela la presencia de cinco micro paisajes en los patios traseros, donde se obtiene una fuente de proteínas libre de productos químicos. Por otro lado, el Medio Ambiente Conservado (MAC), representado por la tierra en descanso, proporciona bienes y servicios, desempeñando funciones clave en la regulación, hábitat, producción. Estos hallazgos subrayan la riqueza y diversidad

de las prácticas y modos de vida en la comunidad de Abasolo, Ocosingo, Chiapas.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por ser un punto clave en la gestión y ejecución de este trabajo. Al Dr. Emiliano Pérez Portilla por ser parte del trabajo de campo, por su paciencia y apoyo, a los alumnos de la licenciatura en Redes Agroalimentarias, sobre todo María Lucero García Fernández, quien apoyo en la sistematización de los resultados.

Referencias bibliográficas

Fischer-Kowalski, M. (2002). El metabolismo de la sociedad: sobre la infancia y la adolescencia de una estrella conceptual en ascenso. En, M. Redclift y Graham Woodgate (coordinadores), Sociología del medio ambiente: una perspectiva internacional. (pp. 119-141). Mc Graw Hill.

González de Molina, M., & Toledo, V. (2011). Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas. Icaria.

López, F., & Toledo, V. (2018). Metabolismos rurales: diagnóstico de una comunidad indígena en Oaxaca; México. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 28. https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/51

López, F. (2013). Rancho Grande, Valle Nacional; Oaxaca: el perfil metabólico de una comunidad indígena en México. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba.

Martínez, J. (2003). Ecología industrial y metabolismo socioeconómico: concepto y evolución histórica. Panorama General, 351, 15-26. https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/351/Economia02.pdf

Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económica-ecológica de la apropiación de la naturaleza. Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica, 7, 1-26. https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87196/112272

Desarrollo tecnológico sostenible: mejoramiento genético participativo de maíces nativos en el centro de Veracruz

Fabian García Moya[1]

E-mail: jgarciam@chapingo.mx)

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras-Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

Resumen

La producción de alimentos en las unidades campesinas desempeñó un papel crucial hasta la década de los 70 en el Centro del Estado, no obstante, con la implementación del modelo de especialización productiva, la producción local de alimentos disminuyó en huertos, fincas y predios, tanto en la zona baja como en la cafetalera. Aunque en la parte alta aún persiste la producción de alimentos básicos en la milpa, ésta también se ve afectada por la expansión del monocultivo de papa y aguacate. En consecuencia, el suministro principal de alimentos en toda la región depende de otras áreas y de la agricultura industrial, lo que afecta la soberanía y la salud alimentaria de la región. De manera marginal se siembran variedades nativas para la alimentación de la unidad familiar, las cuales presentan características culinarias culturalmente apropiadas. El estudio se llevó a cabo en las comunidades de San Felipe y Boca del Monte (zona baja y cafetalera, respectivamente, en el municipio de Comapa) y Elotepec (zona alta, municipio de Huatusco). La investigación se estructuró en dos componentes principales: talleres especializados para fomentar la participación y el intercambio de conocimientos, y el establecimiento de parcelas para demostrar la importancia y el mejoramiento genético de los maíces nativos, así como el rediseño de agroecosistemas.

Palabras clave:

Desarrollo tecnológico sostenible, mejoramiento genético participativo, maíces nativos, agroecosistemas.

Introducción

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 (González et al., 2000).

Esto se observa en commodities como café, caña de azúcar, ahora aguacate, que han especializado la tierra en la producción de estas mercancías, disminuyendo drásticamente la superficie de maíz y frijol sobre todo en la franja cafetalera que va de los 600 a 1400 msnm (Ortega, 2007; Díaz, 2016) y que se orientaba al consumo local. Mercancías que desafortunadamente generan riqueza para los actores que controlan el proceso de transformación y comercialización, dejando a los pequeños productores con muy bajo margen de beneficio y con sus tierras deterioradas por el insumista modelo de monocultivo, además de la pérdida de su soberanía alimentaria y mala calidad alimenticia.

En la zona baja del Centro del estado, si bien hay producción de maíz, ésta ha sido orientada también al mercado, bajo el modelo de monocultivo, uso de herbicidas, fertilizantes y variedades mejoradas, sobre todo híbridos (Díaz, 2016). De manera marginal se siembran variedades nativas para la alimentación de la unidad familiar, las cuales presentan características culinarias (Ortíz et al., 2015; González, 2015; Hernández, 2015; Rojas, 2015; Vázquez, 2017; Arcos, 2019; Blare et al., 2019; Salinas et al., 2022) culturalmente apropiadas (Barkin, 2007; Esteva, 2007; López, 2007; Bourges, 2013).

En dichas variedades se puede realizar mejoramiento genético participativo (Aragón y Willcox, 2017; De la O et al., 2022), para subsanar algunas deficiencias productivas y se incremente el uso por más productores para una mejor alimentación. 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 pretende estrechar colaboración con otros actores como el Programa Sembrando Vida, para trabajar por la soberanía

alimentaria de los productores, mediante estrategias sostenibles. En ese sentido este proyecto busca aportar, mediante la reflexión participativa, análisis de la relevancia de la alimentación culturalmente apropiada, el rediseño de agroecosistemas para incrementar la biodiversidad y el mejoramiento genético participativo de los maíces nativos.

Metodología

El estudio se realizó en las comunidades de San Felipe y Boca del Monte, ubicadas en el municipio de Comapa, en la zona baja y la zona cafetalera, respectivamente, y Elotepec, situado en la zona alta del municipio de Huatusco.

La zona baja, ubicada a una altitud inferior a los 600 msnm, se caracteriza por un clima cálido seco y subhúmedo, con lluvias en verano. Los suelos son poco profundos y presentan cierta pedregosidad. En esta área, los cultivos predominantes son caña, maíz en monocultivo, calabazas, y se practica la cría de ganado.

La zona media, reconocida como la franja cafetalera, abarca altitudes que van desde 600 a 1400 msnm, con clima semicálido, cálido subhúmedo y templado. Predomina el cultivo de café bajo diversos sistemas de cultivo. En menor medida, caña de azúcar para trapiche, emergentes plantaciones de aguacate y de manera marginal; microparcelas de maíz. Además, una presencia limitada de ganado bovino en pastoreo. La zona alta abarca de 1400 a 2000 msnm y presenta un clima templado húmedo, se cultiva aguacate, papa, milpa, además de la cría de ganado ovino y bovino.

El proyecto se organizó en dos componentes clave, en primer lugar, la realización de talleres especializados destinados a fomentar la participación activa y facilitar el intercambio de conocimientos entre los productores, asesores técnicos y becarios. En segundo lugar, el establecimiento de las parcelas de Milpa y leguminosas y la parcela de mejoramiento, para mostrar la importancia de los maíces nativos y su mejoramiento genético.

Resultados

Talleres

Se realizaron tres sesiones con ocho grupos en San Felipe, perteneciente al municipio de Comapa, y un grupo en Elotepec, Huatusco. Adicionalmente, se organizaron y realizaron dos talleres en campo, donde se propició el diálogo y la participación activa en torna a:

La problemática alimentaria y la importancia para la salud y la vida.

Se llevó a cabo un recorrido histórico de la dieta alimentaria en la comunidad, destacando los cambios experimentados en los últimos 20 años. proceso Se hizo énfasis en la calidad de los alimentos, los métodos de producción, su relación con la salud y la dependencia del exterior.

Figura 1. Taller participativo en la comunidad de San Felipe, Comapa, Veracruz.

Elementos para el rediseño de agroecosistemas sostenibles.

Se analizó la problemática ecológica, económica y social vinculada a la simplificación de los agroecosistemas. Se destacaron las ventajas de los sistemas complejos, la importancia de biodiversidad funcional y la imperativa necesidad de manejar sistemas biodiversos para la sostenibilidad ecológica, social, económica y hacer frente a las crisis generadas por el actual estilo de vida del hombre.

Así como las alternativas de sistemas biodiversos, como la milpa, los sistemas agrosilvopastoriles, los agroforestales, incluyendo el cafetal biodiverso y el solar familiar.

Figura 2. Incorporación de estudiantes y acción participativa con los campesinos en San Felipe, Comapa, Veracruz.

Metodología de mejoramiento genético de maíz nativo

Se efectuaron dos talleres utilizando rotafolios para explicar la metodología de mejoramiento genético del maíz nativo a través del Método de Selección masal visual estratificada (SMVE) de Molina y la retrocruza limitada como métodos de mejoramiento participativo de maíces nativos. La realización de estos talleres se llevó a cabo en las parcelas de los agricultores, con la participación activa de más de 30 agricultores pertenecientes a 9 grupos, técnicos del Programa Sembrando Vida y estudiantes de la Ingeniera en Gestión de Redes Agroalimentarias de la UACh. La semilla seleccionada será utilizada para la siembra del siguiente ciclo. Cada productor seleccionará en sus parcelas aplicando el método de SMVE.

Figura 3. Práctica mejoramiento de maíces nativos en San Felipe, Comapa, Veracruz.

Parcelas demostrativas

La siembra de maíz se realizó en julio (antes de la aprobación del proyecto) empelando la tecnología propia de cada productor. Estas parcelas serán la base de selección mediante SMVE. Un productor favoreció el cruzamiento de su maíz nativo con un híbrido comercial, cosechando las cruzas que serán sembradas el próximo ciclo. Además, se establecieron pequeñas parcelas por grupo de trabajo con leguminosas como canavalia, mucuna, soya forrajera y chícharo gandul, los cuales están en crecimiento.

Figura 4. Parcela demostrativa en Elotepec, Huatusco, Veracruz.

Conclusiones

El enfoque de mejoramiento genético participativo de los genotipos nativos, considerando tanto su valoración culinaria, culturalmente apropiada, como su producción más agroecológica, que no degrada el ecosistema y provee alimentos sanos, emerge como una estrategia fundamental en el actual contexto agrícola, marcado por la predominancia del modelo de monocultivo.

El rediseño de los agroecosistemas (milpa, leguminosas, cal dolomita y roca fosfórica) se presenta como una vía prometedora para mejorar la producción y la calidad de alimentos, al tiempo que se sustenta en los principios agroecológicos que conducen a la sostenibilidad.

En tal sentido, el proyecto ha tenido un papel esencial al promover la transferencia de conocimientos universitarios

hacia la sociedad, facilitando la incorporación de prácticas agrícolas más sostenibles y culturalmente apropiadas, vinculando estudiantes, agricultores, académicos y profesionales del campo.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación y Posgrado por el financiamiento del proyecto Mejoramiento de Maíces Nativos en el Centro de Veracruz, con clave 23014-DTT2-87 bajo la modalidad Desarrollo y Transferencia de Tecnología. Al CENIDERCAFE por la gestión y guía en el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Aragón, C. F., & Willcox, M. (2017). Mejoramiento participativo, una metodología de conservación, mejoramiento y valoración del maíz nativo de México. Acta Fitogenética, 4. https://www.somefi.mx/wp-content/uploads/2017/12/Acta-Fitogenetica-Vol-4.-2017.-29-Agosto.pdf

Arcos, J. M., Flores, B., García, J., Esquivel, G., Vázquez, M., & Mijango, J. (2019). Calidad de grano y tortilla de maíz Naltel adaptado en Valles Altos de México. Acta Fitogenética, 6(1).

Barkin, D. (2007). El maíz y la economía. En, C. Marielle y G. Esteva, Sin maíz no hay país. (pp. 155-176). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

Blare, T., Donovan, J., Pérez, M., García, M., & Ospina, D. (2019). ¿Cómo te gustan las tortillas? disposición de los consumidores a pagar por tortillas de maíz azul en México Central. Acta Fitogenética, 6(1).

Bourges, H. (2013). El maíz: su importancia en la alimentación de la población mexicana. En, A. Alvarez y A. Piñeyro, El maíz en peligro ante los transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México. (pp.241-248). UNAM.

De la O, M., Sangerman, D., Zamudio, B., Cadena, P., Cervantes, R., & Trejo, V. (2022). Mejoramiento participativo como estrategia de conservación de maíces nativos en Morelos, Estado de México. Acta Fitogenética, 8(1).

Díaz, S. (2016). Cadena global del café y desarrollo en México. Caso de estudio de la región de Huatusco. (Ponencia). 56° Congreso Internacional de Americanistas. Universidad de Salamanca, España.

Esteva, G. (2007). Los árboles de las culturas mexicanas. En, C. Marielle y G. Esteva, Sin maíz no hay país. Sin maíz no hay país. (pp. 17-28). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

González, M., Guzmán, G., & Sevilla, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo sostenible. Ediciones Mundi Prensa.

González, R. M., Perales, H.,& Hernández, A. (2015). Relación entre las preferencias de consumo y la diversidad de los maíces nativos de Oaxaca. Acta Fitogenética, 2(1).

Hernández, M. A., Guevara, F., Coutiño, B., Rosales, M. Á., Rodríguez, L., Gómez, H., & Vázquez, G. (2015). Potencial y valor de uso de maíces locales de la Reserva de la Biósfera la Sepultura. Acta Fitogenética, 2(1).

López, A. (2007). Cuatro mitos mesoamericanos del maíz. En, C. Marielle y G. Esteva, Sin maíz no hay país. Sin maíz no hay país. (pp. 29-35). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

Ortega, R. (2022). Premejoramiento y mejoramiento de maíces nativos: caso de Valles Altos Centrales, México. Acta Fitogenética, 8(1).

Rojas, I., Fernández, R., Arellano, J. L., Salinas, Y., Vázquez, M. G., & García, M. (2015). Calidad física, nixtamalera y su relación con el contenido de antocianinas en maíces nativos azules de Tlaxcala. Acta Fitogenética, 2(1).

Salinas, Y., Gálvez, A., Severiano, P., Vázquez, M. G., & Trejo, L. (2022). Perfil sensorial, textura, y composición mineral de tortilla de maíces nativos. Acta Fitogenética, 8(1).

Vázquez, M.G. (2017). Los maíces nativos en la alimentación humana. Acta Fitogenética, 4.

Engorda de cerdos en cama profunda: alternativa sostenible para pequeños productores de la región central de las altas montañas del estado de Veracruz.

José Antonio Torres[1]

E-mail: jtorresr@chapingo.mx

Ponciano Pérez[2]

E-mail: pperez@colpos.mx

Miguel Ángel Solís[2]

E-mail: solis.miguel@colpos.mx

Victorino Tepetlán[2]

E-mail: zapatajonas588@gmail.com

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras, Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

[2] Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. México.

Resumen

El estudio se realizó en el municipio de Huatusco, en una granja agroecológica de tipo familiar, multifuncional y de economía circular en donde por casi una década se viene practicando de manera empírica la engorda de cerdos en "cama profunda" como medio para producir la composta que requiere para la producción de hortalizas que es su actividad económica principal. En acuerdo con la familia, se determinó que una población de dos cerdos con espacio de 3 m^2 por animal es el modelo ideal de funcionalidad del sistema. Se utilizaron lechones destetados machos de raza Hampshire x Pietrain con peso promedio de 12 ± 1.41 kg, adquiridos en una granja comercial de la región con manejo convencional. Se formuló un alimento de mediana calidad basado en salvado de trigo, forraje verde (pasto King Grass, hojas de hortalizas) y suero de leche de vaca. Se utilizó alimento balanceado comercial únicamente en la etapa de adaptación de los cerditos. Los animales habían

sido destetados a los dos meses de edad, y previamente se les aplicó hierro, vitaminas y desparasitante por parte del vendedor. Dos lechones de la misma camada fueron seleccionaron al azar para engordarse bajo el sistema convencional de zahurda con piso firme de cemento y alimento balanceado comercial (T1), y dos bajo el sistema de zahurda con "cama profunda" y alimentación alternativa (T2). El experimento se repitió por dos ciclos consecutivos de engorda. Los animales criados en "cama profunda" fueron alojados en una porqueriza de 2x3 m, techada con lámina metálica; el piso de cemento a ras del suelo, con desnivel del 3% direccionado a un drenaje para tener la posibilidad de recuperación de lixiviados; las paredes con altura de 1.2 m sobre el nivel del piso, construidas en la parte baja con block de concreto y en la parte alta con culmos de bambú. Como material de cama se utilizó una capa de 50 cm de cascarilla seca de café colocada sobre el piso de cemento, procurando cada cierto tiempo darle vuelta al material y en caso necesario reponer el faltante, esperando que al finalizar el ciclo de engorda la cama se haya transformado en humus. El alimento se ofreció en un comedero de madera tipo tolva y el suero de leche o agua de bebida en un bebedero de concreto tipo pileta. Los animales fueron pesados y medidos cada catorce días durante la fase experimental. Posteriormente, se repitieron ensayos similares en tres granjas cooperantes que adoptaron el modelo de sistema de "cama profunda" diseñado. Lo anterior sirvió como fuente primaria para cumplir com el objetivo de elaborar um manual técnico dirigido a pequeños productores de la región.

Palabras clave:

Ahorro de agua, bienestar animal, composta, economía circular, sustentabilidad, traspatio.

Introducción

La producción de cerdos puede realizarse de muchas maneras diferentes, cada una de esas maneras o sistemas que los científicos han formulado o que los porcicultores han ideado y probado, ofrece ciertas ventajas a los dueños de los animales, así mismo, a los ecosistemas y la sociedad en

su conjunto. Uno de esos sistemas es el de “cama profunda”, cuyo fundamento es utilizar una cama de material vegetal seco y absorbente que diluya las excretas de los animales asentados en la porqueriza. Para su adecuado manejo, es conveniente darle vuelta a la cama cada cierto tiempo para entremezclar el material, esperando que al finalizar el ciclo de engorda de los cerdos la cama se haya transformado en humus.

El sistema de “cama profunda” ofrece múltiples ventajas respecto a los sistemas convencionales de porquerizas con piso de cemento, de rejillas o similares. Entre las principales ventajas está el ahorro de agua, pues en este no se utiliza el líquido para lavar los pisos ni bañar a los animales, así el agua puede ser destinada a otros usos como el doméstico; el hecho de no generar aguas residuales evita la contaminación de los cuerpos de agua y del suelo que se encuentran alrededor de la granja; el olor es muy escaso y se evita la proliferación de fauna dañina como las moscas, mosquitos y patógenos que se producen en los lugares donde se descargan y fermentan los purines; el material de la cama actúa como una esponja que atrapa al nitrógeno de la orina y heces, que de otra manera se perdería por evaporación y lixiviación en forma de urea o de amoniaco, para que con la ayuda de microorganismos obtener una composta enriquecida; el hecho de evitar o reducir la emisión de gases de efecto invernadero como el metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) y amoniaco (NH_3) contribuye a mitigar el cambio climático y sus efectos indeseables. A diferencia de los pisos de cemento y de rejillas, en este sistema los cerdos no sufren de lesiones y la probabilidad de enfermarse es menor. Se reducen al mínimo los gastos de limpieza y se evitan los gastos de tratamiento de lesiones, entre otras ventajas o beneficios.

Para los pequeños productores de las altas montañas del centro de Veracruz, el sistema de “cama profunda” representa una posibilidad sustentable de obtener carne de buena calidad para su familia o para la venta, utilizando recursos regionales desaprovechados o de bajo costo. Este

sistema puede ser utilizado tanto para mantener hembras en gestación como para la cría de lechones y la engorda hasta finalización.

Tamaño y diseño de la porqueriza

El sistema de "cama profunda" propuesto está diseñado para pequeños productores interesados en criar cerdos de manera eficiente, haciendo una baja inversión inicial de recursos; sin embargo, está siendo implementarse también por medianos productores en varios países como Argentina, Australia, Brasil, China, Cuba, Estados Unidos, Venezuela y otros (Figura 1).

La porqueriza puede ser de cualquier tamaño y diseño puesto que es posible utilizar instalaciones nuevas, las ya existentes para cerdos, y hasta adaptar gallineros o bodegas en desuso.

Si se desea hacer una porqueriza nueva, debe construirse sobre terreno seco y bien drenado, de preferencia en lugares donde se facilite el suministro de alimento, agua, luz, materiales para la cama, etc. Lo más adecuado es orientar la construcción en dirección EsteOeste para recibir los beneficios de los rayos solares y de los vientos dominantes.

El piso sobre el que se construye puede ser de tierra compactada o de cemento. Los pisos de tierra son más económicos y absorbentes de humedad. Los pisos de cemento son más funcionales porque se pueden lavar y desinfectar en caso de necesidad. Es conveniente que cuenten con desnivel (>3%) direccionado a un drenaje, porque da la posibilidad de recuperar los lixiviados de la cama, evitando excesos de humedad de esta, para ser utilizados como fertilizantes foliares. Hasta se podría utilizar plástico como piso base en construcciones provisionales.

Las paredes pueden ser de cualquier material. De ladrillos y concreto como en las granjas comerciales, hasta de madera o bambú en construcciones rústicas. Deben tener una altura de 1.2 a 1.5 m sobre el nivel del piso.

Figura 1. A la izquierda porqueriza rustica de tipo familiar en Huatusco, Estado de Veracruz, México. A la derecha granja comercial perteneciente a una asociación civil de productores del sector social en Morán, Estado de Lara, Venezuela.

Densidad de animales

Los mejores resultados técnico-productivos y económicos se han logrado trabajando con densidades de 1.5 a 3.0 m^2 de superficie por animal. Es posible aumentar la densidad de población en un corral, hasta 0.65 m^2 por animal, en etapa de engorda como en las granjas intensivas, pero ello va en contra de su bienestar, con riesgo de peleas, cama húmeda y generación de malos olores, y en general menores beneficios del sistema (Figura 2).

Para productores de tipo familiar, una población de dos cerdos con espacio de tres metros cuadrados por animal es el modelo ideal de funcionalidad del sistema. A la llegada de los lechones el espacio es más que suficiente, mientras que en las últimas semanas cuando por el crecimiento corporal el espacio disponible por animal se ha reducido, aun podrán expresar libremente sus conductas sociales y exploratorias naturales.

Más espacio por animal representa mayor confort para la manada de cerdos, pero incrementa la necesidad de material de cama para cubrir el piso de la porqueriza y la necesidad de mano de obra para su manejo, también es probable que se deberá extender el tiempo de compostaje.

Figura 2. A la izquierda porqueriza individual en un sistema de tipo familiar en Huatusco, México. A la derecha porqueriza para alojar entre 20 y 30 cerdos en un sistema de granja comercial en Morán, Venezuela.

Conductas sociales y exploratorias de los cerdos

El cerdo es un animal muy inteligente y con un patrón de conducta bien definido, el conocimiento de su naturaleza es importante para mejorar su bienestar y productividad.

En condiciones de libertad los cerdos son animales higiénicos, eligen un área para defecar, distante del lugar donde comen, beben agua y descansan; por lo tanto, en porqueriza debe darse espacio suficiente para estas y demás necesidades que tienen.

Son animales sociables entre sí y con el ser humano, prefieren convivir con otros de su especie y tener contacto con las personas. Alojados en grupo establecen jerarquías mediante interacciones agresivas, que pueden ser prácticamente nulas cuando los recursos son suficientes, básicamente el acceso al comedero y bebedero, así como el espacio para echarse a descansar. Sin embargo, en grupo se estimula la competencia recíproca por la ingesta de alimentos, el consumo voluntario de alimento es mayor cuando están en grupo y por lo tanto la ganancia de peso.

Los cerdos son animales que en condiciones de encierro sufren de estrés y necesitan objetos con los que entretenerse para que se sientan bien en su ambiente. El sistema de "cama profunda" permite que remueva, explore y juegue con el material de la cama, lo que reduce el estrés y la agresividad en la piara, manifestaciones como el canibalismo y morder

paredes son nulas. En caso necesario colocar algún objeto para entretenimiento (Figura 3).

Figura 3. Aprovechar el comportamiento curioso de los cerdos ante un objeto nuevo como una botella de agua colgando del techo proporcionó entretenimiento y bienestar, eliminó el vicio de morder al compañero.

Elección de la cama

Se le llama cama a la capa de material orgánico absorbente que se coloca dentro de la porqueriza y que funciona como piso, sobre la cual se desarrollan los cerdos y depositan sus excrementos y orina (Figura 4).

Tipos de cama

Cama profunda. Se le llama cama profunda cuando el espesor de la capa del material elegido es considerable, digamos mayor de 40 cm de profundidad, aunque lo ideal es que sea de unos 50 a 60 cm de profundidad. Al empezar la engorda se podría iniciar con una cama de unos 20 cm y luego ir agregando periódicamente más capas conforme se vea que van creciendo los cerdos y que la altura de la cama disminuye. Se debe considerar que a mayor altura la temperatura que se puede alcanzar es mayor, lo que mejora los procesos biológicos deseados.

Es conveniente colocar una regla o escala de medida en las paredes de los chiqueros, y con ella, monitorear el nivel de la cama. La humedad y el pisoteo tiende a compactarla, por lo

que se debe realizar el monitoreo, reacomodo, y reposición constante del material.

Cama de poca profundidad. Cuando el espesor es menor de 30 cm. En este caso se debe cambiar periódicamente el material para lograr el propósito de mantener el lugar seco, limpio y libre de patógenos. Implica mayor gasto en jornales.

En esta modalidad los microorganismos no tienen el tiempo suficiente para degradar el material de la cama y los purines en el interior de la porqueriza, por lo que se deberá extender el proceso de compostaje ya fuera del sitio.

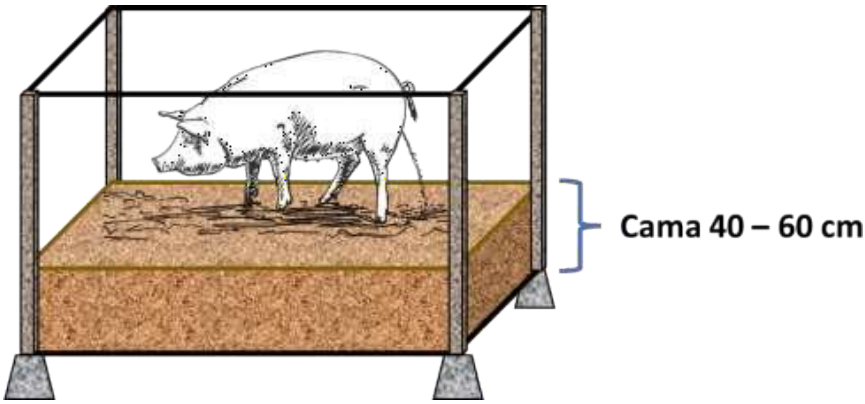


Figura 4. Esquema de una porqueriza con cama profunda.

Materiales para cama

Para la construcción de la cama se puede utilizar cualquier material orgánico o inorgánico que esté disponible localmente y a precio razonable, la única condición es que esté seco (8 a 25% de agua retenida dependiendo del material y método de secado) y que tenga la propiedad de ser absorbente de la humedad que se genera en la porqueriza.

La humedad dentro de la porqueriza proviene de la orina y de las heces de los cerdos, otra fuente considerada normal es la contenida en los forrajes verdes que se ofrecen como alimento, así mismo del suero o del agua que se desparrama cuando los cerdos beben estos líquidos. Se debe evitar la entrada de agua de lluvia y cuidar que los bebederos funcionen correctamente.

En la Figura 5 se muestran algunos materiales de origen vegetal que pueden ser utilizados como cama para cerdos en la región central de las Altas Montañas de Veracruz.

La cascarilla de café es un material de regular a baja capacidad de retención de humedad, lo cual es deseable para el sistema de "cama profunda", además es abundante en las regiones cafetaleras, y es de corta vida pues se descompone en pocas semanas; otro subproducto disponible y con propiedades similares es la cascarilla de arroz.

La paja de cereales como la avena, cebada y trigo, así como el pasto seco, los rastrojos de maíz o el bagazo de caña de azúcar tienen buena a muy buena capacidad de retención de humedad; estos materiales cuando se pican a unos 5 a 8 cm retienen un 25 a 33% más agua que si se utilizan enteros. Son de vida corta debido a que se degradan fácilmente al entrar en contacto con el agua.

Los residuos de madera como la viruta y el aserrín tienen buena capacidad de absorción de humedad, principalmente si es de madera blanda, que es dos veces más absorbente que la dura. Otros subproductos madereros de la industria del aserrío y de carpinterías utilizados particularmente en capas inferiores de la cama son las astillas, la corteza y hasta costeras. Cabe señalar que la alta humedad absorbida puede generar el desarrollo de bacterias patógenas como Escherichia coli. También, que la resina que presentan algunas maderas (como el cedro, ciprés, pino) inhiben el desarrollo de los microorganismos que degradan la materia orgánica, por lo que son materiales de larga a muy larga vida, es decir que se descomponen lentamente. Debido a que el polvo de aserrín puede ocasionar irritación en las vías respiratorias, de ser utilizado se recomienda para la parte profunda de la cama y en la superficial viruta u otro material no polvoso.

Figura 5. A) Cascarilla de café; B) Cascarilla de arroz; C) Aserrín de madera; D Viruta de madera; E) Paja de cebada; F) Rastrojo de maíz: G) Pasto seco; H) Bagazo de caña de azúcar.

¿Qué reacciones ocurren en la cama?

Se entiende que al avanzar la engorda, el aspecto y las características de la cama irán cambiando. Dichos cambios dependerán de factores como: el tipo y cantidad de material utilizado como cama; la densidad de animales alojados en la porqueriza; los días transcurridos desde el inicio de la engorda; el tipo y composición de la dieta que reciben los animales, estrechamente relacionado con el tipo

y funcionamiento de comederos y bebederos; así como también de la época del año, entre otros factores.

Cambio de color y textura. Al pasar de los días la cama irá perdiendo su aspecto natural y se irá volviendo más obscura, ocasionado por millones de microorganismos que llegarán para alimentarse de la materia orgánica de la cama, heces y alimento desperdiciado.

Aumento de la temperatura. Como consecuencia del metabolismo de las bacterias y de reacciones fisicoquímicas de los materiales se producirá calor, lo que provoca que se evapore el agua contenida; la orina se secará y las heces se deshidratarán convirtiéndose en polvo. Como ejemplo, se puede decir que, en una cama profunda de cascarilla de café, se espera que la temperatura pase de la ambiental al inicio del ciclo, que se eleve a unos 40 °C después de dos a tres semanas, que supere los 60 °C a las cuatro a seis semanas, y que progresivamente se vaya enfriando hasta mantenerse en unos 40 °C. El calentamiento resulta benéfico para eliminar patógenos y semillas de malezas.

Reacción del nitrógeno. Los cerdos tienen poca capacidad para asimilar el nitrógeno contenido en los alimentos que consumen. Alrededor del 70% del nitrógeno contenido en sus alimentos es eliminado en la orina en forma de urea. La urea se transforma, por acción de microorganismos y enzimas, en amoniaco cuando está expuesto a la intemperie como en la cría de cerdos en piso de cemento. Este gas tóxico se volatiliza despidiendo el “olor a orines”, siendo además uno de los responsables del efecto invernadero y cambio climático. En cambio, en el sistema de “cama profunda” el nitrógeno es retenido y se transforma mayormente en nitritos ($NO2^{-}$) y nitratos ($NO3^{-}$) por la acción de bacterias.

El material que se recoge de la cama podrá ser utilizado directamente para abonar cultivos, para preparar tierra para viveros, como sustrato para la producción de lombricomposta, u otros usos. En el caso de materiales de larga vida, que se descomponen lentamente, es factible que sean reutilizados para un segundo ciclo de engorda.

Alimentos y alimentación

Para este sistema de engorda de cerdos en “cama profunda” se adquieren lechones destetados de unos dos meses de edad, con peso vivo aproximado de 12 a 16 kg según su genética y manejo previo. La alimentación de los cerdos va de acuerdo con la edad de éstos y a las posibilidades de recursos disponibles de cada productor. Los cerdos son omnívoros, por lo que son capaces de alimentarse tanto de vegetales como de animales, comer casi de todo, aunque por supuesto tienen sus preferencias.

Etapa de adaptación

Se recomienda que al llegar los cerditos se les imponga un periodo de adaptación de dos a tres semanas partiendo del mismo tipo de alimentación que recibían en la granja donde fueron adquiridos y que poco a poco se les vaya sustituyendo por el alimento que se estará en posibilidades de ofrecer durante toda la engorda.

Etapa de crecimiento-engorda

El sistema de “cama profunda” es flexible, por lo que cada productor puede ofrecer a sus cerdos la alimentación que más le convenga. En la región, sustentada en alimentos balanceados comerciales, como en las granjas tecnificadas intensivas; o bien, en granos de cereales como maíz, sorgo, cebada u otros; en subproductos de estos como salvado de trigo, pasta de soya u otros; en forrajes verdes como pasto, hojas de árboles de morera u otros; en desperdicios de cocina, tortillería, panadería, juguería, verdulería u otros; en subproductos líquidos como suero de leche, melaza de caña, mucilago de café u otros.

Es importante señalar que el crecimiento de los cerdos depende de multitud de factores, siendo el consumo voluntario de alimento el más significativo. En esta etapa el objetivo ideal es que empiecen con ganancias de peso de 300 a 500 gramos/día y que progresivamente vayan aumentando hasta lograr 800 a 1,000 gramos/día; lo cual sólo es posible con animales de alta genética, dietas científicamente formuladas, a libre acceso y en condiciones

ambientales controladas. Sin embargo, cuando el propósito no es tener la máxima productividad en el menor tiempo posible, criando al cerdo como una fábrica productora de carne, el sistema de “cama profunda” ofrece la posibilidad a pequeños productores de acercarse a ese ideal de crecimiento, mediante el uso de materiales e insumos de bajo costo, y con los beneficios adicionales ya señalados; ganancias promedio del destete al mercado de entre 500 y 650 gramos/día deben ser consideradas buenas.

Comederos, bebederos y otros equipos

La engorda de cerdos con el sistema de “cama profunda” no exige utilizar algún equipo en especial. Para los comederos y bebederos se puede utilizar cualquier tipo de recipiente (Figura 6), que de acuerdo con su modelo y funcionalidad serán colocados en el interior o en el exterior de la porqueriza. Cuando estos equipos son interiores, deben estar por encima del nivel de la cama. Cuando se trata de construcciones nuevas o que es factible hacer modificaciones a las ya existentes es preferible instalar comederos y bebederos exteriores con lo cual se evita el probable desperdicio de alimento y que se moje la cama con bebederos defectuosos.

El cerdo prefiere consumir un alimento húmedo o en forma de sopa que seco. Si la dieta es húmeda, deberá utilizar un comedero que permanezca firme en su sitio, que no se pueda voltear con la fuerza o jugueteo de los animales.

Figura 6. A la izquierda algunos recipientes utilizados como comederos o bebederos en la región. A la derecha comedero de tipo automático construido con madera.

Bienestar y salud animal

Está demostrado en estudios científicos que los cerdos criados en este sistema sufren menos estrés y lesiones respecto a los que se alojan en porquerizas con piso de otros materiales. A diferencia de los pisos de cemento y de rejillas en este sistema los cerdos no sufren de lesiones en las patas u otras partes del cuerpo pues caminan en una superficie suave y no resbaladiza. Duermen o descansan en una superficie suave, seca, térmica y sin corrientes de aire, lo que ayuda a prevenir las enfermedades respiratorias.

En el sistema de "cama profunda" los cerdos se sienten confortables, con la posibilidad de expresar su naturaleza porque pueden hozar (remover la cama con su hocico) para explorar, así como jugar y frotarse contra la cama. Con resultados positivos en ganancia de peso, salud animal, rentabilidad financiera y calidad de la carne entre otros beneficios.

Contrario a lo que se piensa, en este sistema los animales sufren menos enfermedades respecto a los que son alojados en porquerizas convencionales, debido a que:

- Están en un ambiente más natural (sin piso firme) y de mayor bienestar.
- En un medio seco los animales no solo se verán limpios, sino que hay menor posibilidad de proliferación de fauna dañina y de patógenos.
- No están en contacto con el piso frío, lo que reduce la posibilidad de enfermedades respiratorias.
- La temperatura que genera la cama ofrece confort a los animales particularmente en la estación de invierno.

Parámetros productivos

A continuación, se presentan resultados preliminares de un estudio de caso del sistema de "cama profunda" llevado a cabo en la región de las Altas Montañas del centro de Veracruz (Tabla 1). El objetivo fue realizar la engorda de cerdos utilizando los recursos alimenticios disponibles y de bajo costo en la región. Se formuló un alimento de mediana calidad basado en salvado de trigo, forraje verde (pasto King Grass, hojas de hortalizas) y suero de leche de vaca.

Se utilizó alimento balanceado comercial en la etapa de adaptación de los animales.

El desarrollo de los cerdos se puede observar en la Figura 7. Cada cerdo ganó en promedio 510 gramos bajo este programa de alimentación en 99 días. Se obtuvo una ganancia de peso de 510 g/día. Se obtuvo una Conversión Alimenticia (CA) de 2.61, con una eficiencia de alimentación (EA) de 0.382. Estos datos sólo contemplan el aporte de los alimentos sólidos (alimento balanceado y salvado de trigo), ya que son los que deben ser comprados por el productor.

Tabla 1. Resumen de comportamiento productivo de cerdos en el sistema de "cama profunda" vs sistema de granja "convencional" ajustado a 100 días en Huatusco.

Parámetro	Cama profunda	Convencional
Peso inicial (kg)	12	12

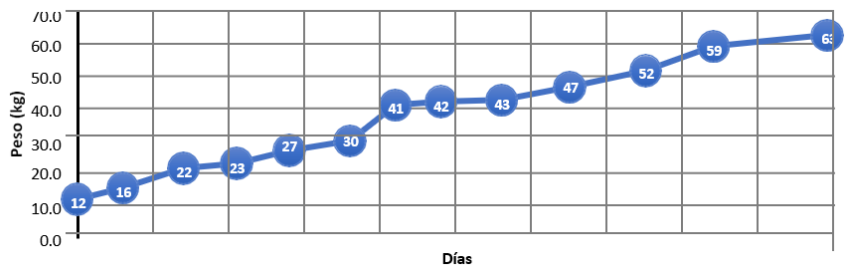


Figura 7. Desarrollo de la piara bajo el sistema de cama profunda y con un plan de alimentación a base de salvado de trigo, pasto King Grass y suero de leche.

Conclusiones

El sistema de engorda de cerdos en "cama profunda" evaluado es una actividad sustentable pues ofrece múltiples beneficios a los propietarios de los animales y al entorno respecto a la engorda convencional en porquerizas con piso de cemento o de rejillas, destacando el bajo impacto ambiental, el bienestar animal, los buenos parámetros técnico-productivos y la generación de productos de calidad superior. Su adopción por otros productores es una oportunidad para el desarrollo de sistemas agrícolas–ganaderos integrados, con bases agroecológicas y economía circular, así mismo para la autosuficiencia y seguridad alimentaria de pequeños productores, y para el comer saludable.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación y Posgrado, que a través del CENIDERCAFE, financió el proyecto “Sistema de cerdos en cama profunda como alternativa sostenible para pequeños productores de la Región Central de las altas montañas del estado de Veracruz, con **clave 23021- DTT2**, modalidad Desarrollo y Transferencia de tecnología.

Referencias bibliográficas

Barlocco, N., & Carballo, C. (2014). El sistema de cama profunda en la producción de cerdos. Una alternativa tecnológica para la Producción Familiar. Departamento de Producción Animal y Pasturas. https://www.ciap.org.ar/Sitio/Sipu/Noticias/Desarrollo-Noticias.jsp?not=7153

Centro de Información de Actividades Porcina de Argentina. (2021). Cama profunda, eficiencia, menor costo y mayor bienestar en cerdos. Centro de Información de Actividades Porcinas. https://www.ciap.org.ar/Sitio/Sipu/Noticias/Desarrollo-Noticias.jsp?not=7153

Cruz, E., & Almaguel, R. E. 2013. Tecnología de cama profunda para la producción porcina. Agricultura Orgánica, 19(3), 30-33. https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/09camaprofundaporcina.pdf

Pegoraro, V., Boccolini, M.F., Baigorria, T., Rizzo, T., Lorenzon, T., & Cazorla, C. R. (2019). Aplicación de compost de cama profunda porcina: calidad de suelo y producción de soja (*Glycine max* L.). Revista de Investigaciones Agropecuarias, 45(2), 234-241. https://www.redalyc.org/journal/864/86460707009/html/

02.

CADENAS PRODUCTIVAS DE LAS REGIONES CAFETALERAS

Tecnologías postcosecha y calidad del café: el caso del beneficiado de la región Otomí Tepehua

José Gervasio Partida[1]

E-mail: gpsuac@gmail.com

Anallely Ortiz[2]

E-mail: ortiz.anallely@yahoo.com

Anastacio Espejel[2]

E-mail: anastacio.espejel@gmail.com

Luis Diego[3]

E-mail: ldiegohrdez21@gmail.com

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras_ Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Veracruz, México.

[2] Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Texcoco de Mora, México.

[3] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Tenango de Doria, México.

Resumen

La región Otomí-Tepehua destaca por su prolongada tradición en la producción de café, bajo el contexto de la grave problemática que enfrentan debido a los elevados costos de producción y los bajos precios, resulta viable adentrarse en los mercados de café especializado para mejorar la rentabilidad del cultivo. Se recopilaron 25 muestras de café pergamino y se llevaron a cabo entrevistas con los productores locales para analizar el proceso de beneficiado. Se evaluaron tanto la calidad física del grano como las características sensoriales de la bebida, para comprender el impacto de estas operaciones en la calidad final. Mediante la correlación de las variables tecnológicas del procesamiento con las del análisis sensorial de la bebida, y la aplicación de un modelo lineal generalizado, se determinó que prácticas deficientes en la manufactura, como la falta de control de la calidad de los frutos en la recepción y su demora hasta

el despulpado, junto con un lavado inadecuado del grano fermentado, incrementaron significativamente la cantidad de defectos primarios ($p<0.01$) y secundarios ($p<0.01$), generando un impacto negativo en el perfil de la bebida ($p<0.01$). En conclusión, abordar estas deficiencias en el proceso de beneficiado permite que la calidad potencial de la bebida (sin defectos) alcance la puntuación necesaria para ingresar a los mercados de café especializado.

Palabras clave:

Otomí-Tepehua, calidad, beneficiado.

Introducción

En el año 2021, la producción de frutos de café en México alcanzó las 947,092 toneladas. Los estados con mayor producción fueron Chiapas, Veracruz y Puebla, los cuales en conjunto representaron el 80% de la producción nacional (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2022).

La región Otomí-Tepehua, situada entre la Sierra Madre Oriental y el Altiplano del Valle de México, en la parte sureste del Estado de Hidalgo, abarca tres municipios: Huehuetla, Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec. La producción de café en esta zona se ha consolidado como una actividad generalizada y significativa para las unidades domésticas campesinas e indígenas, siendo una fuente importante de ingresos (Carrillo Salgado, 2014). Actualmente, la región se enfrenta a desafíos como la caída de los precios internacionales, los elevados costos de producción, las enfermedades fitosanitarias y los bajos rendimientos. Ante esta situación, se plantea la posibilidad de ingresar a mercados de especialidad. Para lograr este ingreso, es fundamental comprender a fondo el proceso productivo y cumplir con la normativa establecida para los cafés de especialidad.

El objetivo de la presente investigación fue determinar variables que caracterizaran el proceso de beneficiado, evaluar la calidad física del grano y la sensorial de la bebida, y entender cómo estas variables influyen en la calidad final en el contexto del café de especialidad.

Metodología

Se utilizó un método de muestreo no probabilístico por conveniencia para recopilar 25 muestras en la región Otomí-Tepehua. Los productores demostraron disposición para participar y facilitaron una muestra aproximada de 2 kg de café pergamino. Se recopilaron datos generales sobre el productor y la finca, así como información detallada sobre el proceso de beneficiado, instalaciones y equipo utilizados.

El análisis físico del grano y sensorial de la bebida se realizaron en Laboratorio de Evaluación de la Calidad de Café (LECCafé) del Centro Regional Universitario de Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo siguiendo la metodología establecida por la NMX-F-177-SCFI- 2009 (México. Secretaría de Economía, 2009) y la SCA (2023).

Los datos recopilados durante la fase experimental, tanto en el campo como en el laboratorio, fueron analizados mediante el software R (2023), calculando las medias y desviaciones estándar de los parámetros físicos de los granos y de las características sensoriales de las bebidas. Las variables relacionadas con el proceso de beneficiado se utilizaron para construir indicadores de calidad para cada operación unitaria.

A través de correlaciones significativas entre los indicadores y los atributos físicos de los granos y sensoriales de las bebidas, se desarrolló un modelo lineal generalizado para identificar los factores postcosecha que influyen en la calidad de los granos y en las características sensoriales de las bebidas.

Resultados

Proceso de beneficiado

Las unidades de beneficiado de café en la región son de carácter familiar, con una capacidad inferior a 6 Q por día. Estas unidades constan de una despulpadora, un tanque de agua, un tanque de fermentación y lavado, uno o dos patios de secado y un almacén de granos.

La cosecha se realiza de manera selectiva, recolectando únicamente cerezas maduras, las cuales se almacenan y transportan al centro de beneficio, ubicado en la residencia

del productor. Una vez acopiadas, el proceso de beneficiado puede experimentar demoras de hasta dos días. Las principales etapas para obtener café pergamino en la región incluyen la recepción, el despulpado, la fermentación, el lavado, el secado y el almacenamiento.

Calidad física del grano y sensorial de la bebida

El rendimiento de pergamino a café verde varió de 78.5% al 86.2% con un promedio de 82.7%. De acuerdo con las especificaciones de la NOM-255-SE-2022 (México. Secretaría de Economía, 2022) el rendimiento debe situarse entre el 80% y el 83.5%. La muestra que se encontró por debajo de este rango fue la OT008.

El porcentaje de granos grandes (>Z17) osciló entre el 37% y el 87%. La planchuela fue la forma predominante, representando el 87.7%, seguida por caracoles (7%), triángulos (3%), elefantes (0.5%) y conchas (0.5%). Estos resultados coinciden con los informados por Cortés Flores (2020), para el café de Chiapas, aunque muestran ligeras variaciones en comparación con los obtenidos para el café producido en Oaxaca, según López-García et al. (2021). Ninguna de las muestras cumple con los criterios para ser consideradas café de especialidad, ya que superan el límite de defectos establecido por la SCA (2023). Es relevante señalar que las muestras OT003 y OT014 no presentaron defectos primarios.

La SCA (2023) establece que los defectos sensoriales específicos considerados incuestionable o universalmente indeseables se limitan a olores y/o sabores a papa, moho, fenólicos y medicinales. Las muestras OT004, OT006, OT007, OT008, OT009, OT012, OT013 y OT016 presentaron un perfil indeseable dentro de los subgrupos terroso, pirolítico, fenólico, fermento y herbal.

Se perciben como sabores apreciados, el caramelo, almíbar, vainilla, chocolate, floral, nuez y especiado, han sido descritos (Poltronieri & Rossi, 2016). Las muestras OT015, OT017, OT022, OT019 y OT023 presentaron aromas florales y frutales, atributos valorados en los mercados de café de especialidad. En cambio, el resto mostró notas aromáticas dentro del subgrupo chocolate (vainilla y tostado), nueces (almendras, avellanas y nueces) y resinosos (jarabe de maple).

En su mayoría, las muestras exhibieron un cuerpo suave y sedoso, que, según Lingle & Menon (2017), se perciben como de alta calidad debido a la formación de coloides durante la extracción de aceites del café molido. Por otro lado, las muestras OT003, OT006, OT007, OT008, OT009, OT011, OT012, OT015, OT016 y OT024 mostraron cuerpos menos apreciados, tales como baboso, arenoso, astringente y áspero, atribuidos comúnmente a compuestos fenólicos, pirolíticos y polisacáridos derivados de la actividad microbiana (Poltronieri & Rossi, 2016).

Finalmente, para que un café sea considerado de especialidad, la SCA (2023) establece que debe alcanzar un mínimo de 85/100; las muestras que cumplieron con este estándar fueron la OT015 y la OT022. La puntuación Q de la zona se situó en 80.1 ± 9.1, indicando un potencial para la producción de café de especialidad.

Los indicadores de calidad de cada operación unitaria en los beneficios se correlacionaron con los atributos de calidad física del grano y sensorial de la bebida de las muestras. Se identificaron correlaciones significativas, las cuales se utilizaron para desarrollar un modelo lineal generalizado. En la tabla 1 se presenta el grado de correlación (r) y el nivel de significancia (p).

Tabla 1. Impacto de las operaciones unitarias del beneficiado en los atributos de la calidad física del grano sensorial de la bebida en la región Otomí-Tepehua.

Operación	Descriptivo	r	p	Operación	Descriptivo	r	p
Recolección y recepción Olor tierra	Olor pepino	-0.3382407	0.00131**	Despulpado	Negros totales	-0.29489833	0.00302**
	Olor tierra	-0.3382407	0.00689**		Agrios totales	-0.16538391	0.01498*
	Flavor tierra	-0.25924402	0.0293*		Daño por hongos	-0.16321223	0.01080*
	Flavor caucho	-0.3382407	0.00131**		Capulín	-0.2127716	0.03804*
	Flavor medicina	-0.3382407	0.00131**		Peso de defectos primarios	-0.178943866	0.00970**
	Flavor cuero	-0.3382407	0.00131**	Fermentación	Olor grosella	-0.47818253	0.0332*
	Regusto medicina	-0.3382407	0.00131**		Olor canela	-0.47818253	0.0332*
	Regusto tierra	-0.3382407	0.00131**		Flavor nuez moscada	-0.47818253	0.0332*
	Regusto caucho	-0.3382407	0.00131**	Lavado	Olor pepino	-0.299333	0.00363**
	Cuerpo baboso	-0.3382407	0.00689**		Olor tierra	-0.299333	0.01608*
	Café sano	0.4267258	0.00176**		Flavor caucho	-0.299333	0.00363**
	Planchuela sana	0.39837628	0.0180*		Flavor medicina	-0.299333	0.00363**
	Planchuela con defectos	-0.45270645	0.00221**		Flavor cuero	-0.299333	0.00363**
	Negros totales	-0.27061372	0.00421**		Regusto medicina	-0.299333	0.00363**
	Agrios totales	-0.36242102	0.00238**		Regusto tierra	-0.299333	0.00363**
	Daño por hongos	-0.34149856	0.00137**		Regusto caucho	-0.299333	0.00363**
	Capulin	-0.4928955	0.04535*		Cuerpo baboso	-0.299333	0.01608*

	Peso de defectos primarios	-0.351336209	0.00138**		Café sano	0.26999544	0.00743**
	Peso de defectos secundarios	-0.467918286	0.00119**		Planchuela con defectos	-0.28571283	0.01081*
	Defectos secundarios	-0.5375377	0.00525**		Negros totales	-0.16985224	0.02594*
	Defectos equivalentes totales	-0.473161117	0.00795**		Agrios totales	-0.32063439	0.00712**
Despulpado	Olor Cedro	-0.3828783	0.0217*		Daño por hongos	-0.23084681	0.00578**
	Olor pepino	-0.1720422	0.01104*		Peso de defectos primarios	-0.283655965	0.00499**
	Olor tierra	-0.1720422	0.01628*		Peso de defectos secundarios	-0.223647539	0.01745*
	Flavor caucho	-0.1720422	0.01104*		Defectos secundarios	-0.1934417	0.04315*
	Flavor medicina	-0.1720422	0.01104*		Defectos Equivalentes totales	-0.273763083	0.03560*
	Flavor cuero	-0.1720422	0.01104*	Secado	Flavor tierra	-0.28629275	0.0128*
	Regusto medicina	-0.1720422	0.01104*		Uniformidad en color	-0.27163686	0.0232*
	Regusto tierra	-0.1720422	0.01104*	Almacenamiento	Negros totales	-0.33636448	0.01530*
	Regusto caucho	-0.1720422	0.01104*		Daño por hongos	-0.29554698	0.04201*
	Cuerpo sedoso	0.39996661	0.0266*		Peso de defectos primarios	-0.270906737	0.04851*
	Cuerpo baboso	-0.1720422	0.01628*		Defectos primarios	-0.266526401	0.04551*

*Nivel de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05*

Se identificaron diversas malas prácticas en el proceso, tales como la recepción de cerezas con frutos inmaduros y materia extraña, tiempos prolongados antes del despulpado, falta de calibración en la despulpadora, deficiencias en la calidad del lavado, amontonamiento del café durante el secado y condiciones inadecuadas de humedad en el almacenamiento. Como se evidencia en la tabla 1, llevar a cabo de manera incorrecta estas operaciones resulta en un aumento significativo de defectos primarios ($p<0.01$), defectos secundarios ($p<0.01$), y contribuye al desarrollo de sabores indeseables en la taza ($p<0.01$). Haile & Kang (2020), sostienen que aproximadamente el 60% de los atributos sensoriales pueden ser afectados durante el proceso de postcosecha.

Conclusiones

Las muestras recopiladas en la región Otomí-Tepehua no cumplen con los estándares establecidos por la SCA y las normativas nacionales para ser consideradas cafés de especialidad, ya que exceden el límite de 5 defectos secundarios en 350g de café verde.

A pesar de estas deficiencias, es alentador notar que la calidad potencial de la bebida, cuando está libre de defectos, se acerca a la puntuación requerida. Los resultados de este estudio subrayan la influencia significativa de todas las operaciones unitarias del beneficiado del café en la calidad final, destacando la necesidad de prestar especial atención a aspectos específicos, como la recepción, el despulpado y el lavado, para mejorar la calidad general del café en la región.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación y Posgrado, que a través del CENIDERCAFE, financió el proyecto “TECNOLOGÍAS POSCOSECHA Y CALIDAD DE CAFÉ”, con **clave 23271-C-87**, modalidad Convencional.

Referencias bibliográficas

Carrillo Salgado, M. (2014). *Producción de café y bordados en la Sierra Otomí-Tepehua: formas de organización y prácticas comunitarias*. Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo.

Cortés Flores, M. (2020). *Caracterización fisicoquímica y sensorial del café del estado de Chiapas*. (Tesis de Maestría).Colegio de Postgraduados.

Haile, M., & Hee Kang, W. (2020). The Harvest and Post-Harvest Management Practices Impact on Coffe Quality. En. D. Toledo Castanheira (Eds.): *Coffee Production and Research*. (pp. 170-188). IntechOpen.

Lingle, T., & Menon, S. (2017). Cupping and Grading-Discovering Character and Quality. En, B. Folmer (Ed.): *The Craft and Science of Coffee*. (pp. 181-203). Elsevier Inc.

López García, F. J., Cruz Castillo, J. G., & Escamilla Prado, E. (2021). Variedades de Coffea arabica L. con manejo orgánico en Oaxaca". *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1), 1-11. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9146220.pdf

México. Secretaría de Economía. (2009). NMX-F-177-SCFI-2009. Café verde de especialidad-Especificaciones y evaluación sensorial. http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2009/nmx-f-177- scfi-2009.pdf

México. Secretaría de Economía. (2022). NOM-255-SE-2022. Café Pluma-Denominación-Especificaciones-Información comercial y métodos de prueba. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/9284/seeco/seeco.html

México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2022). *Panorama Agroalimentario*. https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035

Poltronieri, P., & Rossi, F. (2016). Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. *Challenges,* 7(2), 1-22. https://ideas.repec.org/a/gam/jchals/v7y2016i2p19-d81218.html

R Core Team. (2023). A Language and Environment for Statistical Computing_. R Foundation for Statistical Computing. https://www.r-project.org/

Specialty Coffee Association. (2023). *A New System to Assess Coffee Value*. https://static1.squarespace.com/static/584f6bbef5e23149e5522201/t/6601e42ca80caa6cc2f34a66/1711399980783/CVA_A4_Digital_Secured_Dec23.pdf

Desarrollo del tostado artesanal de café en comunidades Otomí-Tepehua de Tenango de Doria, Hidalgo

José Gervasio Partida Sedas[1]

E-mail: gpsuac@gmail.com

Rosalba San Martin[2]

E-mail: rosalbaposgrado@gmail.com

Luis Diego Hernández[3]

E-mail: ldiegohrdz21@gmail.com

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras -Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

[2] Maestría en Ciencias y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Industrial-Universidad Autónoma Chapingo

[3] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Tenango de Doria, México.

Resumen

La producción de café en Hidalgo enfrenta problemas como el cambio climático, las enfermedades y plagas, así como un mercado adverso. Los campesinos indígenas de la Sierra Otomí-Tepehua cultivan café de alta calidad en unidades familiares multipropósito. Su café se distingue por su sabor y aroma únicos, pero no tienen acceso a mejores mercados y precios. Como respuesta algunos cafeticultores ofrecen su café tostado de manera artesanal para mejorar sus ingresos. Esta es una opción real de integración en la cadena de suministro que les permite quedarse con un mayor valor, sin embargo, se requiere de mayor investigación y desarrollo en cuanto a la tecnología usada y las preferencias de consumo.

Palabras clave:

Saberes campesinos, cafeticultura, calidad, mercado regional.

Introducción

Desde hace más de 27 años, Moguel y Toledo (1996) destacaron que la cafeticultura es esencial para la población indígena y campesina en las áreas montañosas de México. Esta actividad ha proporcionado ingresos económicos cruciales para su subsistencia. A pesar de la evolución en la industria, donde otros países como Brasil tienen una producción a gran escala, en México, los campesinos e indígenas minifundistas siguen siendo vitales para la producción y dependen en gran medida del café para su sustento. La producción de café en Hidalgo también enfrenta desafíos, como el cambio climático, las enfermedades y plagas, así como un mercado adverso dominado por las transnacionales y la competencia de otras regiones dentro y fuera del país. Los cafeticultores indígenas de la Sierra Otomí-Tepehua cultivan café de alta calidad en unidades familiares multipropósito. Su café se distingue por su sabor y aroma únicos, pero no tienen acceso a mejores mercados y precios. Díaz Nieto (2021), declara que, a pesar de los desafíos, los productores de café de esa región continúan contribuyendo al rico legado cafetalero de México.

Como respuesta al contexto adverso del mercado algunos cafeticultores ofrecen su café tostado y molido de manera artesanal para mejorar sus ingresos. Esta es una opción real de integración en la cadena de suministro que les permite quedarse con un mayor valor y que debe ser apoyada de manera estratégica por las diferentes instituciones (educativas, de investigación, del gobierno) para masificar la oferta de café tostado y molido de manera artesanal de manera directa a los consumidores. Sin embargo, se requiere de mayor investigación y desarrollo en cuanto a la tecnología usada y las preferencias de consumo.

Para Wahyuni (2019), el tostado artesanal es una actividad que realizan las mujeres en las cocinas de las viviendas y consiste en tostar el café en los comales para después ser molido. Sin embargo, una aproximación a una descripción técnica del tostado artesanal no ha sido realizada a la fecha. Este proyecto de transferencia de tecnología se propone para

coadyuvar al proceso que realizan las mujeres indígenas, mediante un componente importante de investigación que se está realizando en sus unidades productivas para caracterizar y ubicar áreas de mejora de sus procesos, al mismo tiempo que se fomente la inclusión social y económica a través de un enfoque integral y equitativo en el ámbito del intercambio de saberes entre la Universidad y las comunidades.

Figura 1. Condiciones en la que se realiza el tostado artesanal en la sierra Otomí-Tepehua, Estado de Hidalgo, México.

Región de estudio

Ubicada entre la Sierra Madre Oriental limitando con el Altiplano del Valle de México, en la parte sureste del Estado de Hidalgo; la región Otomí-Tepehua está integrada por tres municipios: Huehuetla, Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec. Colinda con el estado de Veracruz al norte/noroeste y con el estado de Puebla al sur/sureste, ocupando una superficie total de aproximadamente 778.6 km^2, en donde la topografía revela montañas y valles con altitudes que varían entre los 300 y los 1,600 metros, lo que le brinda una diversidad de climas predominantemente húmedos (Manetta et al., 2017). Los municipios se insertan entre Puebla y Veracruz, y forman una especie de península montañosa ubicada en la sierra Madre Oriental (Carrillo Salgado, 2014).

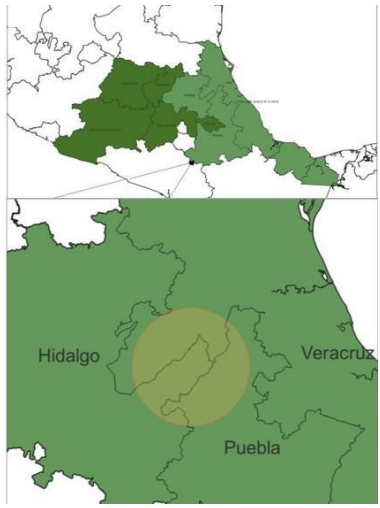


Figura 2. Región cafetalera de la sierra Otomí-Tepehua.

La producción de café en la región se puede considerar como una actividad generalizada que se ha perfilado como una fuente importante de ingresos para las unidades domésticas campesinas e indígenas de la Sierra Otomí-Tepehua. Aunque la actividad del café no es originaria de la Sierra Otomí-Tepehua, los campesinos e indígenas se la han apropiado y ha pasado a ser parte fundamental de su economía (Carrillo Salgado, 2014). En la región, los cafeticultores enfrentan un entorno productivo adverso; con limitada infraestructura, apoyo institucional y organización colectiva, se vinculan a cadenas de intermediación global con baja remuneración. El Trabajo familiar y las estrategias campesinas diversificadas en la milpa, el cafetal y el chilar posibilitan la continuidad del cultivo en la zona (Soto-Alarcón et al., 2020).

Avances de Investigación

Tostado artesanal

Es un conocimiento que se trasmite de generación en generación como lo explica Doña María del Rocío Badillo Ortega de la comunidad de La Laguna en Tenango de Doria, Hidalgo: “Yo aprendí con mi mama, solo mirando. Cuando no sé algo me gusta ver para saber cómo lo hace la gente. Me

di cuenta de que cuando hacía mi café con prisa, con mucha lumbre no me gustaba, sabía feo, por eso cada que voy a tostar me doy mi tiempo de limpiarlo y tostarlo".

El proceso de tostado artesanal se realiza como lo explica Doña Rocío: "Ahorita ya prendió el carbón y lo retiró para tostar con el puro vapor, como tarda para dorarse, meto otro leño para que se vaya calentando y al mismo tiempo tapan el vapor. Todo el tiempo permanezco al tanto del tostado, moviéndolo para un tostado parejo. Regulo el calor metiendo y sacando los leños. (En el

comal pongo) 1 cuartillo en oro verde. No le pongo mucho (café) porque si no se puede mover uniformemente, le pongo una cantidad que considere que habrá espacio suficiente para moverlo en el comal. (El grado de tueste) lo regulo con el tiempo que lo dejó en el comal, pero siempre moviéndose, si lo quiero más oscuro lo dejo 10 minutos más que un café tostado medio. (Un cuartillo tarda de) 30-40 min, lo puedo tostar en menos tiempo, pero con más fuego, pero normalmente tuesto con fuego lento.

Cuando comienza a tronar me avisa que va agarrando su primer tueste y aumenta su tamaño, no sé a qué se deba eso, pero crece. Cuando comienza a tronar es cuando menos lo dejo de mover.

Figura 3. Tostado artesanal realizado por Doña María del Rocío Badillo Ortega en la comunidad de La Laguna en la Sierra Otomí-Tepehua, Tenango de Doria, Hidalgo.

Figura 4. Izquierda: Cafeticultora indígena Humberta Chávez vende "Café Chávez" en Cotlaixco, Zongolica, Veracruz. Derecha: Don Aurelio Trujillo realiza el proceso de tostado artesanal en Comapa, Veracruz.

Conclusiones

La comercialización de café tostado artesanalmente realizado por los campesinos de la sierra Otomí-Tepehua les permite recuperar mayor valor comparado con la venta de café pergamino, pese a presentar algunas deficiencias tecnológicas en el proceso y algunas de calidad, su producto es aceptado en el mercado regional. Se reconocen los saberes de las campesinas sobre el proceso de tostado que se trasmite de generación en generación.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación y Posgrado por el financiamiento del proyecto "DESARROLLO DEL TOSTADO ARTESANAL DE CAFÉ EN COMUNIDADES OTOMI-TEPEHUA DE TENANGO DE DORIA, HIDALGO", con clave **23015-DTT2-87**, modalidad Desarrollo y Transferencia de Tecnología. Al CENIDERCAFE por la gestión y guía en el progreso del proyecto.

Referencias bibliográficas

Carrillo Salgado, M. (2014). Producción de café y bordados en la Sierra Otomí-Tepehua: formas de organización y prácticas comunitarias. Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo.

Díaz Nieto, E. S. (2021). Estrategia de competitividad y contexto actual de cafeticultores y comercializadores en Hidalgo. Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración, 10(20). https://doi.org/10.23913/ricea.v10i20.171

Manetta, A., Labra Hernández, L. A., & Serrano Avilés, T. (2017). La incapacidad de respuesta al ODS número 6 en los municipios de la zona Otomí-Tepehua (Hidalgo, México). Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, (9), 159-173.

Moguel. P. (1996). Biodiversidad y cultivos agroindustriales: el caso del café. Informe final a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Centro de Ecología UNAM.

Soto-Alarcón, J. M., González Gómez, D. X., & Carrillo Salgado, M. (2023). El café en la Otomí-Tepehua: estrategias campesinas y cadenas globales de valor en México, 2017-2018. *Hatso-Hnini. Revista De Investigación De Paisajes Y Espacio Construido*, 1(1), 68–78. https://revistahatsohnini.com.mx/index.php/inicio/article/view/7

Wahyuni, N., Rispiandi, R., & Hariyadi, T. (2019). Efecto de la madurez del grano y la temperatura de tostado sobre el contenido químico del café robusta. ICIEVE, 830(2). https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022019

Innovación en la selección de variedades de café resilientes al cambio climático

José Gervasio Partida[1]

E-mail: gpsuac@gmail.com

Marcos Miñon[2]

E-mail: markmv05092@gmail.com

Fátima Popo[2]

E-mail: 2202030619@alumnos.xoc.uam.mx

Erandeni Reyes[2]

E-mail: erendeny.duk@gmail.com

Samantha Romero[2]

E-mail: skimberly.ib@gmail.com

Michelle Sánchez[2]

Email: michelle.sanitur09@gmail.com

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras-Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco de Chicuellar, Veracruz. México.

[2] Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Xochimilco, Ciudad de México. México.

Resumen

El cambio climático se ha consolidado como el desafío ambiental preeminente, con consecuencias significativas en diversos sectores, siendo el agrícola uno de los más vulnerables. Ante este panorama, se destaca la importancia de la resiliencia en el cultivo de café como un factor clave para la adaptación. Este estudio propone evaluar la resiliencia en diversas variedades de café, utilizando un enfoque de modelo de innovación lineal por su carácter secuencial y ordenado. Se busca identificar indicadores que permitan observar el comportamiento de cada variedad, con el objetivo de tomar decisiones informadas que beneficien

a los cafeticultores. Los resultados preliminares del estudio han permitido clasificar las variedades en dos grupos con diferente nivel de resiliencia. En el primer grupo se encuentran Geisha, Java y Bourbon Amarillo, mientras que en el segundo se ubican Typica, Questlansase y Filipino. Se observa que las similitudes en el índice de resiliencia entre individuos se deben tanto al material genético como al microclima y la forma de propagación (pie franco o injerto).

Palabras clave:

Innovación, cafeticultura, calidad, plagas y enfermedades.

Introducción

En la actualidad, el cambio climático es considerado el problema ambiental más importante, además representa una amenaza en términos económicos, ecológicos y sociales para los distintos sectores, siendo el agrícola uno de los más vulnerables (Ronzón, 2020).

La producción de café es una actividad estratégica en México, los principales estados asociados a la cafeticultura son Chiapas, Veracruz, Puebla, Guerrero y Oaxaca, donde Veracruz ocupa el segundo lugar produciendo 242,804.75 ton/ha al año (México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2022). A pesar de las condiciones favorables para el cultivo, existe la presencia de múltiples problemas en los cafetales, entre ellos, la deficiencia de nutrientes, plagas y enfermedades (roya y broca), nivel de producción, así como el tipo de manejo (Gómez et al., 2015). La capacidad de adaptación en el cultivo de café es fundamental para la expresión de resiliencia, por lo que se buscan indicadores para observar el comportamiento de cada una de estas variedades y así tomar decisiones que beneficien a los cafeticultores (Quiroz, 2019).

El propósito fundamental de este estudio es llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la resiliencia presente en diversas variedades de café, tiene un enfoque de modelo de innovación lineal por ser secuencial y ordenado, además de que surge de las fases que caracteriza el proceso

del conocimiento científico; investigación, desarrollo y producción (Barreto, 2017). También es del tipo cerrado ya que se desarrolló con recursos y procesos internos del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), estancia que forma parte de la Universidad Autónoma Chapingo (UACh).

Metodología

El proyecto se llevó a cabo en el área cafetalera del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), localizado en Carr. Huatusco-Xalapa Km 6 CP 94100, Huatusco, Veracruz. Desarrollo experimental: Para determinar la resiliencia de las 6 variedades de cafetos, se desarrollaron indicadores que permitieran evaluar ciertas características, apoyándose en referencias bibliográficas, las cuales permitieron elaborar escalas cualitativas y cuantitativas para cada uno de ellos. Se llevó a cabo un monitoreo en 19 lotes (parcelas) de café bajo sombra, donde se eligieron las 3 matas más vigorosas, a las cuales se les valoró los indicadores de: severidad en hoja y defoliación por roya, signos de presencia de broca, síntomas por deficiencia de nutrientes y nivel de productividad (número de frutos); respecto a las características de las parcelas se evaluaron los indicadores de: ubicación (planicie o ladera), altitud, porcentaje de sombra, método de propagación (Injerto o pie franco), porcentaje de plantas vivas y asociación.

Análisis de Información: Los datos obtenidos por mata se normalizaron para evitar el sesgo ocasionado por la diferencia entre los intervalos de valores, con base en esto se realizó un índice en el cual los datos que reflejaron resiliencia (número de frutos) se consideraban positivos y viceversa con los datos de severidad y defoliación por roya, deficiencia de nutrientes y presencia de broca. Se realizó un análisis estadístico en el programa “R” donde se realizaron ANOVAs para cada una de las variables por mata, así mismo se elaboró un tukey con un alfa de 0.05, por último, se efectuó un Cluster para agrupar los datos que tuvieran similitud entre sí. Posterior a esto se realizaron comparativas con las variables obtenidas por parcela.

Resultados

Etapas de la innovación

Etapa 1: Reconocimiento

Se llevó a cabo un reconocimiento de la zona de trabajo (Figura 1), registrando las condiciones climatológicas de la región (Figura 2 y 3).

Figura 1. Variedades de café seleccionadas por lotes en el centro Regional Universitario Oriente (CRUO), localizado en Huatusco (Google Earth).

Figura 2. Plantación de café en el poblado Elotepec a 1839 msnm (izquierda) y Metlapoxteca a 1103 msnm (izquierda).

La Comisión Nacional del Agua, en 2001 registró una temperatura media anual de 17.9°C (México. Comisión

Nacional del Agua, 2010), en 2010 de 17.2°C y el último registro de 2022 fue de 19.1°C con un aumento de 2°C en los últimos 12 años; por otra parte, en 2001 la precipitación media anual era de 2,035.6mm, en 2010 de 1,972.2mm mientras que en 2022 fue de 1,825.5mm (Figura 4) (México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2003).

Asociado a lo anterior, se prevé la disminución de los polinizadores y el aumento en la incidencia de plagas, hongos y enfermedades como la roya. Se estima que para mediados del siglo XXI el cambio climático ocasionará una pérdida media en la producción del café, del 7 al 10% debido principalmente a la disminución de la precipitación (Alberto, 2013).

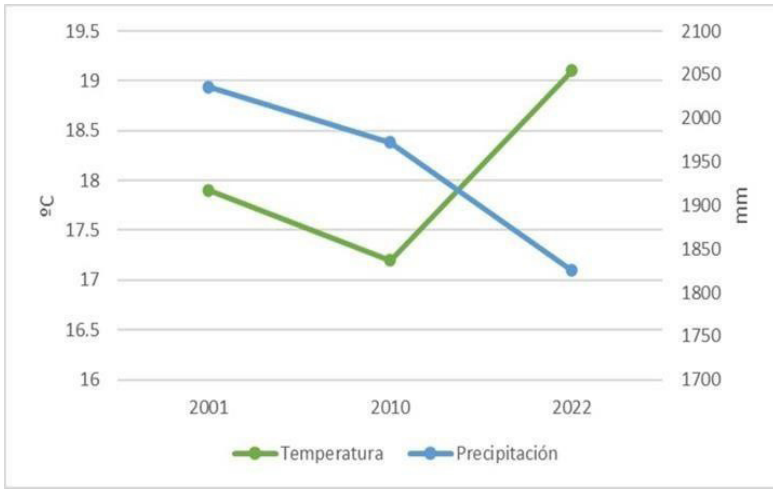


Figura 3. Comportamiento de la temperatura y precipitación en 21 años.

Etapa 2: Seleccionar e identificar los indicadores de resiliencia.

Se determinó la resiliencia de las 6 variedades de cafetos Bourbon amarillo, Filipino, Geisha, Java, Questlansase y Typica; a las cuales se les valoró los indicadores de: severidad en hoja y defoliación por roya, signos de presencia de broca, síntomas por deficiencia de nutrientes y nivel de productividad (número de frutos); respecto a las características de las parcelas se evaluaron los indicadores de: ubicación (planicie o ladera), altitud, porcentaje de sombra, método de propagación (Injerto o pie franco), porcentaje de plantas vivas y asociación.

Etapa 3: Monitoreo

Se llevó a cabo un monitoreo en 19 lotes (Figura 5) de café bajo sombra, donde se eligieron las 3 matas más vigorosas, marcando dos de ellas para la recolección de semillas durante la próxima cosecha.

Figura 4. Lotes de café evaluados.

Etapa 4: Análisis de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, la variedad de Geisha, Java y Bourbon amarillo obtuvieron los valores más altos en el índice de resiliencia, destacando Geisha como la más alta. En contraste las variedades filipino, Questlansase y Typica mostraron menor índice de resiliencia, siendo esta última la más baja (Figura 6).

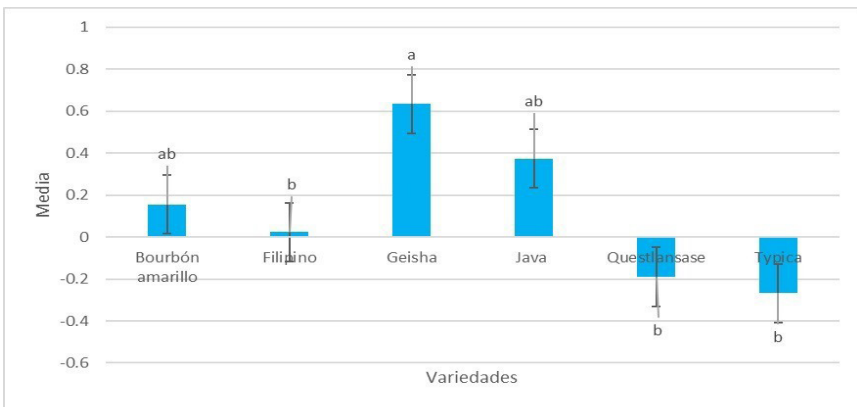


Figura 5. Desviación estándar de las 6 variedades de café evaluadas. Geisha presentaba una media superior en comparación con las demás variedades respecto al IR (Índice de resiliencia).

Esta información coincide con la obtenida del catálogo "World coffee research", el cual menciona que Typica es una variedad de importancia genética y cultural en el mundo con rendimiento bajo y susceptible a la roya, por el contrario, Geisha presenta una alta calidad en grandes altitudes, buena calidad de taza y tolerante a la roya.

Se obtuvieron dos agrupaciones respecto al Índice de resiliencia. El color azul indica los individuos con menor resiliencia, mientras que el color rojo señala a los individuos más resilientes (Figura 7).

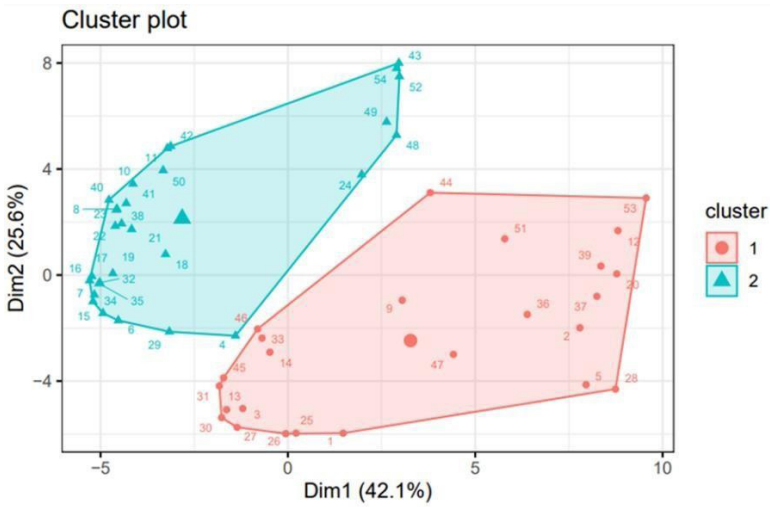


Figura 6. Agrupación de elementos respecto al índice de Resiliencia.

Distintos estudios han determinado que el grado de diversidad genética de los cafés arábicos es bajo debido principalmente a la biología reproductiva autógama y al proceso de establecimiento del cultivo. Palomino et al. (2014), mencionan que, si se tiene un conjunto de individuos portadores de una que otra mutación seleccionada, la base genética puede ser muy baja. Por lo anterior, el parentesco de estas variedades explica la estrecha base genética que existe entre ellas, las cuales son susceptibles a la mayoría de las enfermedades y plagas.

Conclusiones

Con base a los indicadores establecidos, se encontraron dos grupos con mayor y menor resiliencia, en el primer grupo se

encuentran Geisha, Java y Bourbon Amarillo y en el segundo Typica, Questlansase y filipino.

Las similitudes del índice de resiliencia entre los individuos se atribuyen tanto al material genético como al microclima en el que se encuentra, así como su forma de propagación (Pie franco o injerto.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE, por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Barreto J. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. Revista Venezolana de Gerencia, 22(9), 387-405. https://www.redalyc.org/journal/290/29055964004/html/

Gómez, B. M., Díaz, J. D., & Montenegro, M. (2015). Evaluación del sistema productivo de café Coffea arabica L. Mediante indicadores de sustentabilidad. (Trabajo de Grado). Universidad de Nariño. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

México. Comisión Nacional del Agua. (2010). Servicio meteorológico nacional, Normales climatológicas 1951-2010. https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL30342.TXT.

México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2003). Anuario estadístico Veracruz. http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2016/02/1-aspectos-

México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2022). Cierra de la producción.

Palomino A. (2014). Evaluación de la diversidad genética del café (Coffea arabica L.) en Villa Rica (Perú). Ecol. Apl., 13(2), 129-134. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726- 22162014000200007script=sci_arttext

Quiroz, I. (2019). Resiliencia al cambio climático en agro ecosistemas de café en la región de Tezonapa, Veracruz. (Tesis doctoral). Colegio de Postgraduados.

Ronzón, E. (2020). Impactos del cambio climático sobre la producción de café en dos regiones del Estado de Veracruz. (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana.

Evaluación del perfil sensorial del café de la variedad Typica en relación con el proceso de tostado

José Partida[1]

E-mail: jpartidas@chapingo.m

Rosalba San Martin[2]

E-mail: rosalbasanmartin99@gmail.com

[1]Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras-Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz, México.

[2] Maestría en Ciencias y Tecnología Agroalimentaria, Departamento de Ingeniería Industrial-Universidad Autónoma Chapingo. México.

Resumen

El proceso de tostado de los granos de café se caracteriza por su naturaleza artesanal e inconsistencia en términos de calidad. En este estudio, se investigaron los efectos de la temperatura, la velocidad del aire y del tambor en el tostado del café de la variedad Typica. Estas variables influyeron en las etapas de deshidratación, las reacciones de Maillard y la caramelización de los granos. Los tratamientos se organizaron según el porcentaje de tiempo dedicado a las reacciones de Maillard (C1: 49.7%, C2: 51.9%, C3: 55.8%, y C4: 57.6%). Se llevaron a cabo evaluaciones sensoriales de la bebida resultante, abarcando 44 variables agrupadas en olor, sabor, cuerpo, regusto y gusto básico, mediante un panel de 5 jueces. A través de un análisis de componentes principales, se determinó que dos dimensiones explican el 74.9% de la variabilidad total. El tratamiento C1 destacó por un bouquet a arándano, acidez intensa y cuerpo aceitoso; el C2 presentó notas a acacias, dulzor intenso y cuerpo aterciopelado; el C3 mostró un perfil a limón, acidez intensa y cuerpo astringente; y el C4 exhibió características de chocolate, amargor intenso y cuerpo cremoso. En conclusión, se evidencia que, al variar la temperatura, velocidad del aire y del tambor, se modifica la transferencia de calor, lo cual

incide en las reacciones de Maillard y resulta en diversos perfiles sensoriales en la bebida del café de la variedad Typica.´

Palabras clave:

Calidad, reacciones de Maillard, análisis sensorial, aromas y sabores.

Introducción

El café, una bebida muy apreciada, se ve influenciado por diversos factores en su perfil sensorial, entre los cuales destaca el proceso de tostado. La variedad Typica ha suscitado un interés particular debido a su calidad consistente y rusticidad en campo, aunque presenta una notable susceptibilidad al daño por roya (Hemileia vastratix). El tostado se ha convertido en una fusión de arte y ciencia, donde distintos métodos y técnicas impactan en el sabor y aroma final de la taza. Este proceso implica la aplicación controlada de calor a los granos de café, desencadenando una serie de reacciones químicas y físicas que resultan en una amplia gama de sabores y matices presentes en nuestra experiencia al degustar una taza de café.

Uno de los principales objetivos del tostado es inducir cambios químicos en el grano de café para la formación de compuestos de sabor deseables. Se manipula el progreso del desarrollo de compuestos volátiles durante el tueste, generando diferencias en la complejidad aromática según los diferentes niveles de temperatura aplicados (USETAIP, U H, et al., 2016). El proceso de tostado se divide en tres fases distintas: deshidratación, reacción de Maillard y caramelización del grano, siendo estas cruciales para determinar el perfil sensorial de la bebida. Catão et al. (2021), subrayan que el tiempo posterior al agrietamiento del grano durante el tostado es el factor principal que influye en la calidad, destacando la interacción entre las variables “aumento de temperatura” y “tiempo después del agrietamiento del grano”, las cuales afectan los perfiles de compuestos orgánicos volátiles y distinguen diferentes grupos de tueste.

Vitorino et al. (2019), informan que el volumen y la pérdida de masa de los granos aumentan durante el tostado, describiendo este incremento mediante dos líneas rectas con pendientes diferentes que coinciden con las fases de secado y pirólisis de los granos. El objetivo de esta investigación es evaluar las variables que inciden en las etapas del tostado (deshidratación, reacciones de Maillard y caramelización) y su impacto en el perfil sensorial de la bebida del café Typica.

Metodología

Se seleccionó un lote de granos de café de la variedad Typica cultivada a 1330 msnm en Huatusco, Veracruz, tras la eliminación de granos defectuosos. Posteriormente, se homogeneizaron y se determinaron sus características de calidad conforme a las normas de la SCA (2023). El proceso de tueste se llevó a cabo utilizando lotes de 350 g de café verde en un tostador FZ94EVO. Durante el proceso, se variaron manualmente la temperatura del cilindro y de la cámara interna que alberga los granos, así como la cantidad de aire y la velocidad del cilindro, generando diferentes curvas de tueste.

El tostador se precalentó para estabilizar la temperatura, y se ajustó la velocidad del tambor para modificar el tiempo de contacto de los granos con la superficie caliente. Estos ajustes condujeron a la creación de cuatro tratamientos distintos: en el C1, los granos permanecieron 45.1% del tiempo total del proceso en la etapa de deshidratación, 49.7% en las reacciones de Maillard y 5.2% en caramelización, con una temperatura de inicio del proceso de tueste en el tambor de 175°C; en el C2, se mantuvo un 44.1% en deshidratación, 51.9% en las reacciones de Maillard y 4.0% en caramelización, con una temperatura de entrada en el tambor de 180°C; en el C3, se destinó un 40.4% a deshidratación, 55.8% a las reacciones de Maillard y 3.8% a la caramelización, con una temperatura de entrada al tambor de 159°C; por último, el C4 tuvo un 36.6% en deshidratación, 57.6% en las reacciones de Maillard y 5.8% en caramelización, con una temperatura de entrada al tambor de 160°C.

La bebida resultante de cada tratamiento se evaluó a través de un panel compuesto por 5 jueces, quienes analizaron 44 variables sensoriales agrupadas en olor, sabor, cuerpo,

regusto y gusto básico. Se aplicó un análisis de varianza a los atributos sensoriales para caracterizar la bebida resultante de cada curva de tueste, y se llevó a cabo un análisis de componentes principales para identificar de manera multivariada las variables del proceso de tueste más influyentes en las características de los perfiles de la bebida de las diferentes curvas de café tostado. Todo el análisis estadístico se realizó mediante el software R (R Core Team, 2023).

Resultados

Curvas de tueste

Durante el proceso de tostado de los granos de café de la variedad Typica se realizaron ajustes en las variables clave: calor aplicado, velocidad del aire y velocidad de rotación del cilindro, Estos ajustes se reflejaron en las curvas de tueste, donde se muestran las temperaturas aplicadas en las diferentes fases (Figura 1A). Estos cambios impactaron directamente en la velocidad de transferencia de calor (Figura 1B), aplicado al grano (ΔBT), lo que resultó en diferentes curvas que fueron organizadas de acuerdo a la proporción de tiempo que los granos permanecieron durante la fase de las reacciones de Maillard. La curva C1, representada por la línea naranja, permaneció 49.7% del tiempo total de tueste, a la C2 (línea gris) estuvo 51.9%, la C3 (línea azul) 55.8% y la C4 (línea amarilla) 57.6%. La velocidad de transferencia se mantuvo por debajo de 14°C min^{-1}.

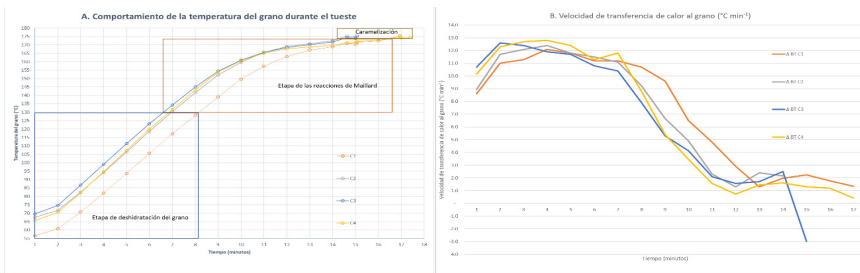


Figura 1. (A) Temperatura de los granos para cada tratamiento aplicado. (B) Velocidad de transferencia de calor aplicada en cada tratamiento.

Análisis sensorial

Los perfiles sensoriales evaluados por el panel mostraron diferencias significativas ($p<0.05$) en términos de aroma,

sabor y regusto de la bebida (Tabla 1), lo que confirma la influencia de las variables ajustadas durante las distintas etapas del proceso de tostado en las características sensoriales de la bebida, a pesar de tratarse del mismo lote de café de la variedad Typica.

Tabla 1. Atributos sensoriales identificados para cada tratamiento por el panel de jueces.

Muestra	Perfil
C1	Presentó olor a cerezas, arándanos y tostado, flavor a moras, arándanos y tostado; y un regusto a mora, arándanos y tostado ($p<0.05$). Cuerpo suave y aceitoso ($p<0.05$), en el gusto básico resaltó el dulzor ($p<0.05$) y la acidez.
C2	Presentó olor a acacias, jazmín y avellanas; flavor a acacias, jazmín y nuez; y un regusto a acacias, jazmín y nuez ($p<0.05$). Cuerpo aterciopelado ($p<0.05$) y astringente, en el gusto básico fue el más dulce ($p<0.05$).
C3	Presentó olor a avellanas, caramelo y vainilla, flavor a cardamomo, limón y toronja; y un regusto a cardamomo, toronja y limón ($p<0.05$). Cuerpo aguado y astringente ($p<0.05$), en el gusto básico fue el más amargo.
C4	Presentó olor a limón, chocolate y avellanas, flavor a avellanas, chocolate y toronja; y un regusto a chocolate, avellanas y toronja ($p<0.05$). Cuerpo cremoso y sedoso ($p<0.05$), en el gusto básico resaltó el más amargo.

Análisis multivariado

Con el objetivo de identificar las variables de proceso que ejercen mayor impacto en los diversos perfiles sensoriales de la bebida, se llevó a cabo un análisis de Componentes Principales (PCA) (Figura 2) utilizando las 64 variables medidas (20 variables de proceso y 44 variables de atributos sensoriales). Los primeros dos componentes explican el 74.9 % de la variabilidad observada. Los perfiles sensoriales de la bebida parecen verse influenciados principalmente por el componente 1 (Dim 1 40%) por las etapas de las reacciones de Maillard y de la caramelización ($p<0.05$), la mayor velocidad de transferencia de calor del grano ($\Delta BT_$ Maillard y $\Delta BT_$Caramelización) favorecen la formación de un bouquet floral y frutal, a su vez una menor velocidad de transferencia de calor favorece la formación de un bouquet a chocolate y a nueces. Por su parte en el componente 2 (34.9%) se observa que a mayor velocidad de transferencia

de calor en la etapa de deshidratación (ΔBT_deshidratación) del grano favorece la formación del bouquet frutal y un gusto básico ácido ($p<0.05$). Mientras que una menor velocidad de transferencia de calor se favorece el bouquet floral y un gusto básico dulce ($p<0.05$).

La velocidad de transferencia de calor está condicionada por la potencia de calor generada por las resistencias del tostador, influyendo en las temperaturas tanto del tambor como el interior de la cámara donde se alojan los granos. También la velocidad del aire es una variable que afecta a la velocidad de transferencia de calor y permite modular las temperaturas del grano y de esta manera favorecer ciertos perfiles aromáticos, así como resaltar ciertos aspectos del gusto básico.

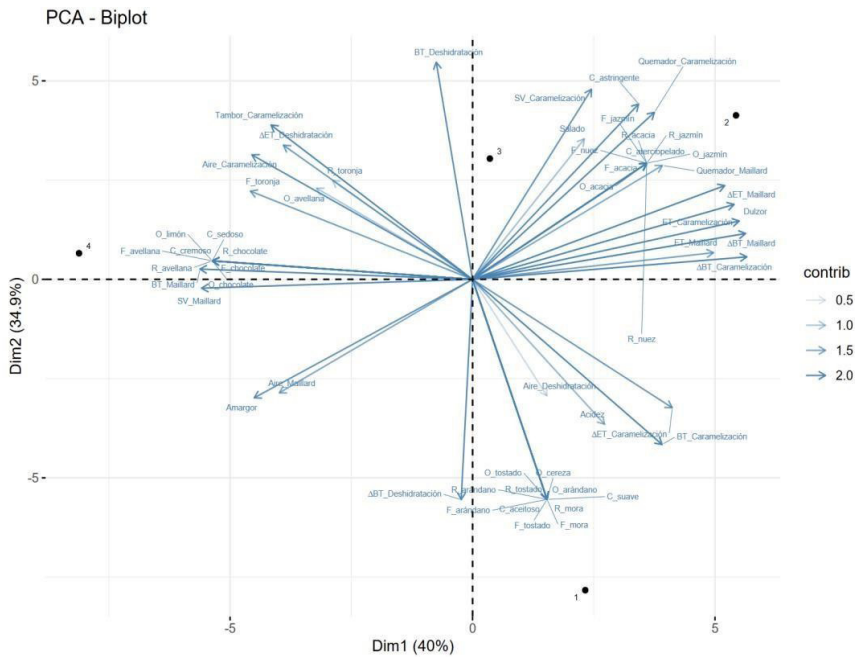


Figura 2. Visualización en dos componentes de los tratamientos de tueste aplicados, las variables del proceso de tostado y los atributos sensoriales de la bebida de café variedad Typica.

Conclusiones

La velocidad de transferencia de calor durante las etapas del proceso de tostado (deshidratación, reacciones de

Maillard y caramelización) juega un papel fundamental en la formación del aroma, sabor, regusto (bouquet) y cuerpo, determinando así los perfiles sensoriales de cuatro variantes de la bebida de café de la variedad Typica, cada una derivada de tratamientos específicos. Las variables que inciden en la velocidad de transferencia de calor están vinculadas la potencia de calor del tostador y la velocidad del aire, ambas variables permiten modular las temperaturas del grano y de esta manera favorecer ciertos perfiles aromáticos, así como el cuerpo y gusto básico de la bebida.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por ser vía clave en el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Catão, A., Mateus, N., Garcia, C., Da Silva, M. C., Novaes, F., Alves, S., Marriott, P. J., & Da Silva, A. I. (2022). Coffee-roasting variables associated with volatile organic profiles and sensory evaluation using multivariate analysis. *Applied Food Research*, *2*(2). https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100223

R Core Team. (2023). A Language and Environment for Statistical Computing_. R Foundation for Statistical Computing. https://www.r-project.org/

Specialty Coffee Association. (2023). *A New System to Assess Coffee Value*. https://static1.squarespace.com/static/584f6bbef5e23149e5522201/t/6601e42ca80caa6cc2f34a66/1711399980783/CVA_A4_Digital_Secured_Dec23.pdf

Vitorino, M. D., França, A. S., Oliveira, L. S., & Andrade, F. M. (2001). Variação de características físicas e químicas de café durante a torra. Parte II: Características químicas. En Consórcio Pesquisa Café e Desenvolvimento do Café. (Ponencia). II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

03.

DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA EN LAS REGIONES CAFETALERAS

Desarrollo de una colación de mango deshidratado: prueba de preferencia de consumo de tres variedades

Adrian Mendoza[1]

E-mail: al19115793@chapingo.mx

José Partida[1]

E-mail: jpartidas@chapingo.mx

[1]Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras-Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco de Chicuellar, Veracruz. México.

Resumen

Existe un cambio en el hábito de alimentación y la fruta deshidratada es una opción saludable. La demanda de frutas tropicales deshidratadas ha aumentado y las más preferidas son: banano, piña, papaya y mango. Para aprovechar los excedentes de producción y desarrollar una colación, se evaluaron tres variedades de mango deshidratado (Ataulfo, Manila y Kent) para conocer las preferencias de un grupo de consumidores. Se dio a probar una muestra de cada variedad a un grupo de 40 consumidores. Paralelamente se realizó un análisis descriptivo cuantitativo con 11 jueces sensoriales que evaluaron: color, olor, sabor, sabor residual, textura, dulzor, amargor, acidez y salado. Se analizaron los resultados de los consumidores y del panel de jueces, y mostraron que el mango Ataulfo fue preferido por la mayoría de los participantes por su olor, sabor y dulzor ($p<0.05$). Mientras que la variedad Kent tuvo la menor preferencia y las calificaciones más bajas en general, especialmente en textura. El mango Manila presentó preferencias intermedias. Esto sugiere que el mango Ataulfo, por su aroma frutal y dulzor ($p<0.05$), impactó más entre los consumidores, lo que lo convierte en una opción con mayor probabilidad de preferencia en el grupo de consumidores.

Palabras clave:

Mango, deshidratado, atributos, preferencia, consumidor.

Introducción

En el contexto del desarrollo de un nuevo producto alimentario, es fundamental reconocer la importancia de las frutas y verduras deshidratadas como fuentes valiosas de nutrientes y beneficios para la salud. Estos alimentos, ricos en minerales, vitaminas, antioxidantes y fibra, han ganado popularidad como opciones de snacks saludables y versátiles en la industria alimentaria global (EMR, 2022). En este estudio, nos encontramos en una etapa preliminar de investigación y planificación. Nuestro enfoque se centra en el mercado mexicano de frutas y verduras deshidratadas, donde se prevé un crecimiento significativo. Este crecimiento se atribuye al aumento de la demanda de opciones naturales y saludables, impulsado por la creciente conciencia sobre la importancia de la salud en la sociedad actual (Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria de Argentina, 2012).

Uno de los desafíos que enfrentamos en la actualidad es el estilo de vida acelerado que a menudo deja poco tiempo para comer adecuadamente. Esto dificulta la inclusión de frutas y verduras en la dieta diaria de las personas. Es en este contexto que surge la oportunidad de desarrollar productos como el mango deshidratado, que no solo ofrece beneficios nutricionales, sino que también brinda accesibilidad y comodidad para su consumo. Para avanzar en este proyecto, es esencial realizar un análisis exhaustivo que incluye encuestas a consumidores y evaluación sensorial. Estas herramientas nos permitirán comprender las preferencias del mercado y garantizar la aceptación del producto (Shepherd, 2003). En este estudio, evaluamos tres variedades de mango deshidratado para determinar sus atributos sensoriales y las preferencias de los consumidores, con la intención de ofrecer productos que se ajusten a las necesidades y gustos del mercado en esta fase inicial de desarrollo.

Metodología

Para preparar la colación se utilizaron 2 Kg de mango de cada variedad, asignando la muestra M1 a la variedad Ataulfo, la muestra M2 a la variedad Kent y la muestra M3 a la variedad Manila. Cada variedad se deshidrató en un horno eléctrico marca Pronalab a 55°C por 18 horas. Mediante el software para análisis sensorial SensesBit (2023), se organizó el diseño experimental, los cuestionarios y las pruebas estadísticas para saber el comportamiento tanto de los jueces sensoriales como los consumidores. La realización de la prueba hedónica se realizó con 40 consumidores de entre 18 a 25 años, se usó una escala estructurada de 7 puntos. Por otra parte, un panel de 11 personas entrenadas, que describieron color, olor, sabor, sabor residual, textura, dulzor, amargor, acidez y salado. Al final, en el software se combinaron los resultados del panel (objetivos) con los de los consumidores (subjetivos) para obtener diagramas PCA que relacionan los atributos con las preferencias.

Resultados y discusión

En general, los datos muestran diferencias significativas en varios atributos sensoriales entre las muestras evaluadas.

En cuanto al olor, las muestras 1 y 2 tienen calificaciones similares: 5.40 y 4.53 respectivamente, mientras que la muestra 3 obtiene 4.78. Tanto el análisis paramétrico ($p = 0.005$) como el no paramétrico ($p = 0.02113$) confirman diferencias significativas en el aroma entre al menos dos muestras. La figura 1 muestra que la muestra 1 tiene un aroma destacado. En cuanto al aspecto, las muestras 1 y 3 tienen calificaciones casi idénticas (5.40 y 5.10), mientras que la muestra 2 obtiene 4.72. Los valores de p (paramétrico: 0.011, no paramétrico: 0.00457) indican diferencias estadísticas en el aspecto entre al menos dos muestras, sugiriendo características visuales distintivas.

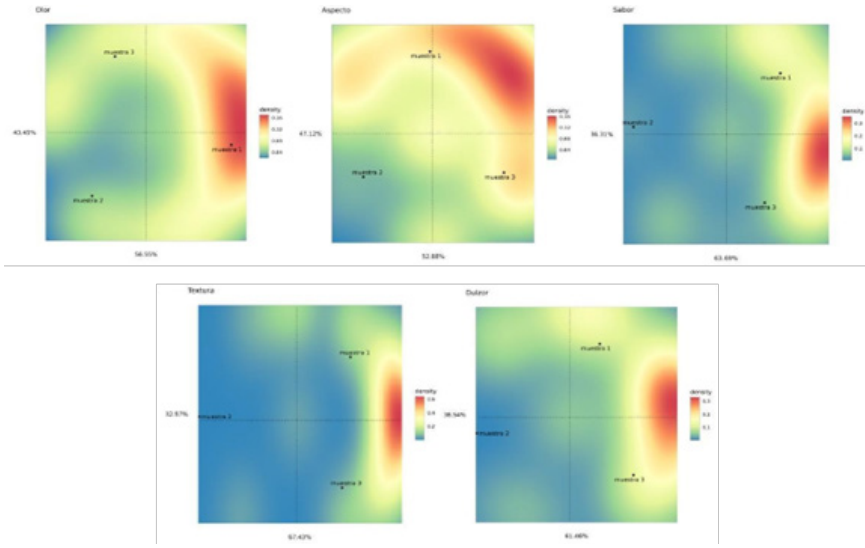


Figura 1. Preferencias de los consumidores en el olor, aspecto, sabor, textura y dulzor.

En términos de sabor, la muestra 1 lidera con 5.95, seguida de la muestra 3 con 5.42, y la muestra 2 con 4.38. Los valores de p (1.0E-5) muestran diferencias significativas en el sabor entre al menos dos muestras, indicando perfiles de sabor distintivos. Para la textura, la muestra 1 lidera con 5.08, seguida por la muestra 3 con 4.55 y la muestra 2 con 2.90, lo que indica diferencias significativas en la textura, con la muestra 1 siendo la preferida. En cuanto al dulzor, la muestra 3 es notablemente más dulce, respaldado por un valor de p de 1.0E5, confirmando diferencias significativas.

Prueba objetiva

En esta etapa de desarrollo de la colación de mango deshidratado, se caracterizó por parte del panel de jueces los atributos sensoriales cada una de las variedades (Tabla 1).

Tabla 1. Intensidades de los atributos sensoriales determinados por el panel para las diferentes variedades de mango (Valores Promedio).

Atributos		M1	M2	M3
Color	Tonos amarillos	6.082	6.117	4.354
	Tonos naranjas	2.681	3.237	3.059
	Tonos Dorados	3.386	3.095	3.475
	Tonos cafés	1.717	2.735	3.288
Olor	Tropical	3.663	3.539	3.128
	Frutal	6.221	5.051	5.883
	Cítrico	2.2	2.408	1.661
	Floral	2.565	3.052	3.213
	Madera	1.65	1.732	1.723
Sabor	Frutal	6.045	5.288	7.182
	Cítrico	3.822	3.499	2.027
	Floral	2.327	1.813	2.855
	Madera	2.102	1.519	1.071
Sabor residual	Duración	3.795	3.11	4.868
Textura	Dureza	2.899	6.449	2.762
	Cohesividad	4.525	4.907	4.164
	Crujiente	1.848	3.101	2.032
	Chiclosidad	4.468	3.084	4.266
	Gomosidad	3.709	2.289	4.184
Gusto básico	Dulzor	5.091	5.43	7.222
	Salado	1.234	1.568	0.995
	Amargor	1.61	1.708	0.929

La descripción de los olores y sabores de las muestras los jueces las definieron así: la muestra M1 destaca por su intensidad de olor frutal donde algunos jueces percibieron olores a tamarindo, mango, durazno. En cuanto al sabor hace una referencia a la resinas y cítrico. La Muestra 2 tiene notas cítricas y tropicales, y la Muestra 3 presenta notas maderables como la canela, en el sabor destaca lo frutal y floral.

Integración de resultados objetivos y subjetivos

Mediane el software SensesBit se realizaron análisis donde se cruzaron los datos del consumidor con los obtenidos en la evaluación sensorial. En la figura 2 se muestran los gráficos de "calor" donde se asocian los datos objetivos del panel y los subjetivos de los consumidores para los atributos observados.

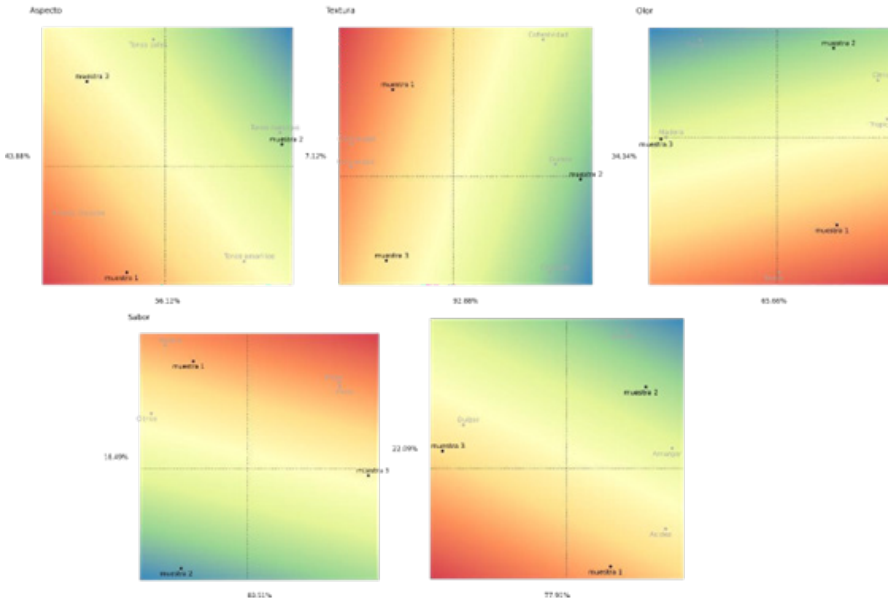


Figura 2. Cruce de datos para los atributos aspecto (color), textura, olor, sabor y gustos básicos.

En el aspecto de las muestras, las tonalidades de color y la textura fueron las variables más importantes en las preferencias de los consumidores. Las tonalidades de color y la textura se relacionan con cada variedad de mango. La muestra M1 presenta tonos anaranjados y amarillos, con una textura chiclosa, la muestra M2 presenta tonos dorados y una textura dura con algo de cohesión y es ligeramente crujiente; y la muestra M3 tiene tonalidades cafés con textura gomosa y cohesividad menor a las otras muestras.

Cada muestra tiene su propia gama de olores y sabores distintivos, la preferencia de los consumidores se inclina por lo frutal asociado a la muestra M1. En el sabor se tiene una

preferencia por lo floral, frutal y sabores maderables la cuales están presentes en la muestra M1 y M3.

En cuanto al gusto básico las preferencias de los consumidores se inclinan hacia lo dulce y ácido de las muestras. Así la muestra M3 tiene una mayor preferencia debido a su dulzor, mientras que la muestra M1 es preferida por su acidez. La muestra M2 muestra la menor preferencia debido a su amargor.

Conclusiones

En general, la evaluación comparativa de las muestras de mango deshidratado (Ataulfo, Kent y Manila) proporcionó información valiosa sobre las características sensoriales y las preferencias hedónicas. A través de la metodología implementada, se pudo obtener una comprensión más profunda de cómo los atributos sensoriales, como el olor, sabor, textura y gustos básicos, influyen en la percepción de los consumidores.

Los resultados en esta etapa de desarrollo de la colación indican que la muestra de mango variedad Ataulfo fue la preferida por 72.5% de los participantes, destacándose en atributos como olor, sabor y dulzor. mientras que la variedad Kent tuvo la menor preferencia (2.5%) y las calificaciones más bajas en general, especialmente en textura. El mango Manila presentó calificaciones intermedias con una preferencia del 25%.

Esto sugiere que las características específicas del mango Ataulfo, como su olor frutal, acidez y dulzor, resonaron más con los consumidores, lo que lo convierte en una opción atractiva para la deshidratación y posiblemente para el consumo en general.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

EMR. (2022). Perspectiva del Mercado Latinoamericano de Frutas Deshidratadas. https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-latinoamericano-de-frutas-deshidratadas

Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria de Argentina. (2012). Análisis sensorial: Una herramienta de marketing y de innovación. https://www.enfasis.com/Presentaciones/FTSARG/2012/Gratuitas/Analisis-Sensorial.pdf

SensesBit. (2023). Software de análisis sensorial inteligente. Marca comercial de TASTELAB. https://sensesbit.com/

Shepherd, A.W. (2003). Estudio de mercados agroindustriales. Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d5ad9e89-a4a7-4353-a75a-3147f3dcd792/content

Secado solar de hierba santa (Piper auritum Kunth) con ayuda de un secador solar tipo invernadero

Abraham Espejo Zapata[1]

E-mail: al20108382@chapingo.mex

Concepción Gabriela Tehuacatl Hernández[1]

E-mail: al17126092@chapingo.mx

José Gervasio Partida Sedas[2]

E-mail: jpartidas@chapingo.mx

[1]Centro Regional Universitario de Oriente. Huatusco, Veracruz. México.

[2] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras- Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz, México.

Resumen

Actualmente, se ha incrementado la tendencia de las personas a consumir alimentos de origen natural y sin conservadores artificiales, de preferencia deshidratados con energía solar. La hierba santa *(Piper auritum Kunth)* es una planta nativa del trópico que crece en zonas permanentemente húmedas hasta los 1300 msnm. Esta planta contiene aceite esencial con alto contenido de citral (75-85 %); además de geraniol, linalool, metilheptona, citronela, limoneno, diterpeno y otras sustancias benéficas. Se recolectaron hojas de hierba santa en la zona de Huatusco, Veracruz y se secaron en un secador solar de tipo invernadero. La metodología aplicada consistió en colectar hojas, limpiarlas y pesarlas, se les midió la actividad del agua (a) con un medidor marca WA-60A, porcentaje de humedad mediante una balanza con lámpara de halógeno, el color se determinó mediante la escala Pantone y olor mediante un panel de jueces sensoriales. La deshidratación del lote de hojas se realizó en un secador solar tipo invernadero a una temperatura inicial de 47°C, el tiempo de secado fue de 6 horas. Cada hora se registró la temperatura, humedad relativa, porcentaje de humedad,

actividad de agua y peso de las hojas. La masa de hojas pasó de 1.6 kg a un peso final de 224.4 g, es decir que se obtuvo un rendimiento de 14%. La humedad inicial del producto fue de 82.36% disminuyendo a 9.58%. Así mismo en cuanto a la actividad de agua, la inicial fue de 0.93, y la final de 0.57. El color inicial de las hojas de acuerdo con la escala Pantone fue 370C y el final se encuentra en 371U, presentándose una opacidad de color en el producto final. El olor al inicio del deshidratado en una escala de 1 a 5 se encontraba en un 3 es decir con una intensidad apenas percibida, después del proceso de deshidratado el olor se percibía en una entre 4.5 y presentó mayor intensidad. Las hojas de hierba santa fueron deshidratadas rápidamente incrementando la intensidad aromática característica de esta planta, para conservarla y hacer un uso diverso en platillos y medicamentos. El secado solar es una tecnología de bajo costo y muy eficaz para la conservación de alimentos de una manera natural, aprovechando de manera eficiente la energía solar, siendo ésta una alternativa amigable al medio ambiente.

Palabras clave:

Condimento, planta medicinal, innovación, aprovechamiento.

Introducción

En la actualidad la transformación de alimentos y su conservación se ha vuelto un reto significativo, pues la tendencia hacia consumir alimentos de origen natural y sin conservantes se ha incrementado. Una de las razones son los problemas en la salud de los consumidores debido al incremento de consumo de productos altamente procesados y de origen artificial. También por un aumento en la preocupación por conservar un estado de salud adecuado derivado de las recientes enfermedades y pandemias.

Se considera de mucha importancia la conservación de alimentos pues esto nos permite prolongar la vida útil y poder tener acceso a mercados más distantes, así como a productos fuera de su temporada de cosecha (Peinado et al., 2013).

En México, la “hierba santa” tiene especial importancia, pues además de ser utilizada como condimento en un sin número de platillos, sus hojas también son usadas como emoliente, agente antirreumático, diurético, estimulante y abortivo; además posee actividad antiinflamatoria, antibacteriana, antifúngica y antidermatofítica. Tiene varias sinonimias, entre ellas; momo, cordoncillo, acuyo, tlanepa, hierba de Santa María, hoja de cáncer, totzooy y aguiyu, hoja de ján, hoja santa y hierba santa (Cano, 1997; Ramírez, 2016). Se encuentra en la familia Piperaceae, incluye entre 2,000 y 3,000 variedades.

La hoja santa se distribuye ampliamente desde México, Centroamérica, Colombia y algunas islas del Caribe. Es una especie común en bordes de bosque y en sitios abiertos, matorrales, de 0-1200 msnm (Burguer, 1994); aunque reportan su presencia hasta altitudes de 2260 msnm (Ramírez, 2016). Es común encontrar esta especie en el norte del estado de Veracruz, en la Sierra de Huayacocotla, Sierra de Santa Martha y Sierra de los Tuxtlas) (Cano, 1997). El secado alimentos consiste en quitar la humedad de los productos conservando su sabor, color, aroma y propiedades nutritivas; evitando el crecimiento de microorganismos (Castillo et al., 2021).

El objetivo de este trabajo fue identificar las mejores prácticas de recolección y transformación de la “hierba santa” (Piper auritum Kunth), y de la misma forma desarrollar un protocolo que permita conservar sus propiedades organolépticas y nutricionales, con ayuda de la deshidratación a través de tecnologías de fácil acceso como el secado solar.

Materiales y métodos

Se colectaron 1.6 Kg de hojas en la región de Huatusco, Veracruz; a una altitud de 1600 msnm. Posteriormente, se lavaron con agua destilada, al inicio y final de la deshidratación se midió la actividad de agua (aw), el porcentaje de humedad, el peso de la muestra y el color mediante la escala de Pantone. Posteriormente, las hojas se colocaron en zarandas dentro del secador solar por 6 horas y 30 minutos, realizando un monitoreo cada hora. Se registró la temperatura y la humedad interna del secador solar. Para guardar las hojas y evitar su rehidratación se molieron en una

licuadora convencional, para después separar las partículas de mayor tamaño con un cernidor y almacenar las de menor tamaño en frascos plásticos.

Resultados y discusión

El comportamiento de la temperatura y humedad relativa del aire dentro del secador solar permitió la deshidratación del producto en un tiempo muy corto de 6 horas. En la Figura1 se muestran las variaciones de temperatura y de humedad relativa. La temperatura inicial fue de 46.96°C y la final de 41.86°C, con un promedio de 49°C. El promedio de la humedad relativa 29.63%. La humedad relativa tiene una relación con la temperatura dentro del secador, presentó un descenso y al mismo tiempo la temperatura muestra un aumento. Esto permitió tener una deshidratación muy rápida.

La actividad del agua (aw) inicial de las hojas fue de 0.93, 1.6 Kg de peso fresco de la muestra y tuvo 82.36% de humedad. El color inicial de las hojas fue de 370 C de la escala Pantone, siendo un comportamiento interesante pues con esta metodología se deshidrató el producto y no perdió sus propiedades de coloración, en comparación con productos secados que se encuentran en el mercado. Esta variabilidad de color sirve también como un atributo que brinda la certeza de que las hojas aún conservan gran parte de las propiedades de interés.

Las hojas mostraron un cambio en su color, el cual mostró una opacidad, llegando al tono final 371U.

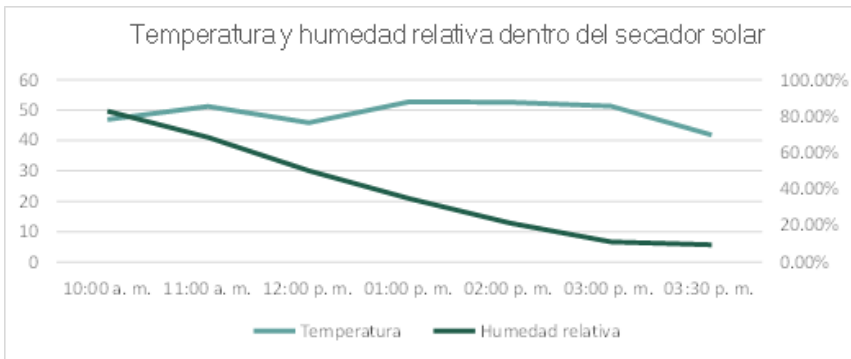


Figura 1. Temperatura y humedad relativa.

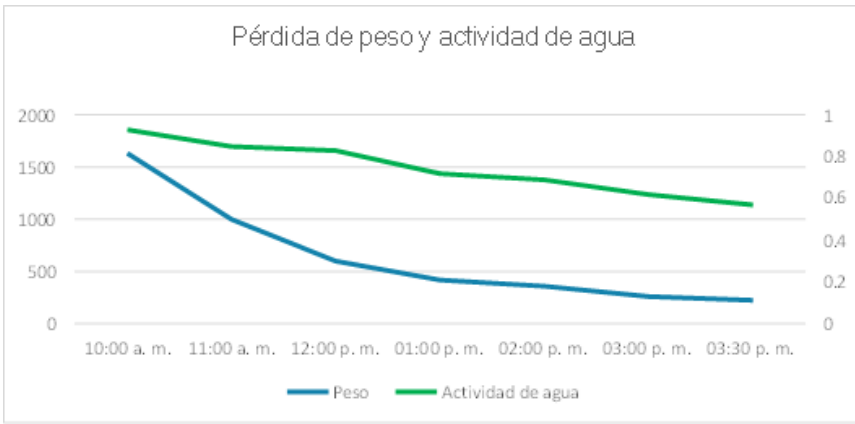


Figura 2. Pérdida de peso y actividad de agua del producto.

Al final del proceso de deshidratación, se registró una actividad de agua de 0.52, la humedad del producto fue de 9.58% y el peso final de 0.2244 Kg, siendo el rendimiento de este proceso de 14%

(Figura 2) Considerando la aw de 0.6 y su relación con la estabilidad microbiológica, se inhibe el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias, como lo reporta la literatura (Tapia, 2020).

El proceso de secado de la "hierba santa" presentó dos etapas, una de descenso rápido en el peso debido a la alta temperatura y baja humedad relativa. Posteriormente presentó una etapa donde la tasa de pérdida de peso es menor.

Estos valores representan la forma en cómo se comporta el calor aprovechado en el secador solar, y su aplicación en el secado de productos alimenticios, representando una oportunidad para conservarlos de una manera fácil, ecológica, de bajo costo para tener accesibilidad a productos fuera de temporada, o para alargar su vida de anaquel para trasladarlos a otros lugares geográficos.

Conclusiones

Se encontró la metodología adecuada para deshidratar "hierba santa" mediante el secado solar para su conservación de una manera amigable con el ambiente. La "hierba santa" al ser un producto con muchas propiedades funcionales se debe ser cuidadoso para que en el proceso

de deshidratación conserve sus características físicas y químicas. El proceso realizado permitió conservar de la mejor forma las propiedades organolépticas como lo son sabor y olor, abriendo así oportunidades de contar con una tecnología de deshidratación de bajo costo para que este producto esté disponibles fuera de temporada. A pesar de las condiciones adversa del clima de la región se realizó un secado solar eficiente.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Burguer, W. (1994). Flora costaricensis. Familia Piperaceae. Field Museum of Natural History.

Cano, L. M. (1997). Flora medicinal de Veracruz. Universidad Veracruzana.

Castillo, M., Castillo, B., May Zuc, O., & Marzoug, R. (2021). Secado solar y conservación de alimentos. Ecofronteras, 25(73). https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/2013

Peinado Martínez, J. L., Vidal Herrera, R., Grado Díaz, J. A., & Gándara Fernández, J. A. (2016). Deshidratación de alimentos utilizando energía solar térmica. Cultura Científica Y Tecnológica, (50). https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/932

Ramírez Amezcua, J. M. (2016). Piper commutatum (Piperaceae), el nombre correcto para una especie de amplia distribución en México y Mesoamérica. Acta Botánica Mexicana, (116), 9–19. https://doi.org/10.21829/abm116.2016.1116

Tapia, M. S. (2020). Contribución al concepto de actividad hídrica (aw) y su aplicación en la ciencia y tecnología de los alimentos en América Latina y Venezuela. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, 80(2), 18-40. https://acfiman.org/wp-content/uploads/2022/07/LXXX.N2.P18-40.2020.pdf

Secado solar de masa de maíz para harina artesanal en las altas montañas de Veracruz

Karla Morales[1]

E-mail: al20108382@chapingo.mx

Aranza Mendoza[1]

E-mail: al19115882@chapingo.mx

José Gervasio Partida[2]

E-mail: jpartidas@chapingo.mx

[1] Centro Regional Universitario de Oriente. Huatusco, Veracruz. México.

[2] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras- Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz, México.

Resumen

El maíz es un alimento muy importante a nivel mundial por su valor nutricional, sin embargo, para México es fundamental pues forma parte de su gastronomía y cultura. La harina de maíz se utiliza principalmente para hacer tortillas y otros productos esenciales en la alimentación mexicana. La harina de maíz aporta carbohidratos, proteínas, vitamina A y minerales. Existe un grave problema en México de pérdida de granos en campo y en el almacenamiento por plagas y enfermedades, la elaboración de harina artesanal mediante el uso de secadores solares puede ser una alternativa viable para evitar mermas y conservar este alimento fundamental para tenerlo disponible todo el año. El objetivo de este trabajo fue demostrar que es posible elaborar harina de maíz de manera artesanal utilizando maíz criollo, utilizando un secador solar, para aprovechar la producción de agricultores locales de las regiones de las altas montañas de Veracruz. Se comparó el maíz morado criollo vs blanco comercial. Las muestras de 1.864.2 Kg de grano fueron nixtamalizadas, el grano se molió en un molino de mano y la masa resultante se colocó en zarandas en un secador solar multipropósitos tipo invernadero. Durante el proceso de secado, se monitoreó la

actividad de agua y el porcentaje de humedad de la masa, así como la temperatura y humedad relativa dentro y fuera del secador. El maíz criollo tuvo un secado más rápido y ligeramente mayor rendimiento en harina.

Palabras clave:

Harina, nixtamalización, maíz criollo, maíz comercial.

Introducción

De acuerdo con Vargas (2017), la cadena agroalimentaria del maíz representa una actividad económica importante, que presenta fluctuaciones en su precio durante todo el año. El maíz es un cultivo de importancia nacional pues forma parte de la dieta de casi el 100% de los mexicanos y conforma la identidad cultural y gastronómica del país. En México a lo largo de la historia, las semillas mejoradas han sido introducidas, causando una disminución en la agrobiodiversidad debido a la competencia contra maíces criollos que se ve impulsada con prácticas de agricultura convencional y enganchadas con el modelo de la revolución verde.

Visto desde otro enfoque, de acuerdo con Peralta (2019), la agricultura tradicional para la producción de maíz, conocida como el sistema de roza-tumba-quema, se lleva a cabo en gran parte de la sierra, generalmente en áreas cercanas a cafetales y pastizales. La importancia de estos cultivos en la producción de maíz es significativa. Se conserva la tradición de la agricultura milpera, la cual se basa en un proceso de reciclaje de nutrientes. Este proceso implica el uso y conservación de áreas de selva o bosque en etapas maduras, así como la regeneración de bosques secundarios y campos cultivados.

De acuerdo con Hernández (2021), una de las principales problemáticas en la producción de maíz se da en el almacenamiento postcosecha afectando a más del 40% de la producción, pues los productores se enfrentan a plagas como el gorgojo (Sitophilus zeamais), el barrenador (Rhyzopertha dominica), palomilla (Sitotroga cerealella) y roedores, (Ratus ratus). Por esta razón el 60 % de los productores desgranan al rededor del 70% de su cosecha, y la llevan al mercado sin

importar el precio, a fin de evitar su pérdida. El 30% restante se dirige al autoconsumo, sin embargo, este porcentaje solo cubre un par de meses (Gobierno de México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

El presente trabajo se realizó con la finalidad de mostrar que es posible elaborar artesanalmente harina de maíz mediante el secado solar, como una forma más segura de almacenar la producción, evitando las pérdidas postcosecha, y a su vez obtener un producto con valor agregado que se puede colocar en el mercado regional. Con este proyecto se contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades rurales de las altas montañas de Veracruz.

Metodología

Se utilizaron 1.864 Kg de maíz de cada variedad: blanco comercial y morado criollo cultivado a 1330 msnm en la región de Huatusco, Veracruz. El proceso se llevó a cabo de manera artesanal, nixtamalizando el maíz, para posteriormente ser molido en un molino manual marca Corona. La masa molida se colocó en zarandas dentro de un secador solar multipropósito tipo invernadero durante dos días.

Esta metodología se ejecutó de acuerdo con la norma NOM-F 46-S 1980, para la harina de maíz nixtamalizado, asegurando la sanidad y buenas prácticas de manufactura del producto. Durante el secado solar los datos que se registraron fueron temperatura de la masa, la actividad de agua (aw) y la pérdida de peso durante la deshidratación, así como la temperatura y humedad relativa en el interior del secador solar que se monitoreó con un datalogger marca HOBO.

El procedimiento de nixtamalización consistió en: seleccionar el maíz, retirando los defectos, de cada muestra se obtuvieron solo 1.864 Kg. Cada muestra se puso a hervir en una olla de peltre con 2 L de agua y se añadieron 70 g de cal. Cuando el agua comenzó a hervir, se introdujo el maíz. Una vez que el nixtamal se enfrió se lavó con agua potable, se pesó la masa y se determinó actividad de agua con un determinador marca WA-60A, se midió el porcentaje de humedad del nixtamal con ayuda de una balanza con lampara de halógeno marca OHAUS modelo MB40. Después del proceso de secado solar se determinó actividad de agua y el porcentaje de humedad

de la masa deshidratada. Posteriormente el producto se molió manualmente con un molino marca Corona. La masa obtenida, se llevó al secador solar, se colocó en zarandas, y se tuvo un control en la toma de datos. Durante todo el procedimiento, se respetó la NOM-F-83: donde se toma en cuenta el color, olor, sabor y aspecto, y teniendo en cuenta que el producto debe ser granulado con una finura del 75% como mínimo.

Resultados

Se comparó el comportamiento del secado sola de harina de maíz criollo y comercial. Durante el proceso de elaboración, se presentó un rendimiento ligeramente mayor del maíz criollo con respecto al comercial, desde el grano a nixtamal, nixtamal a masa, de masa a harina y de grano a harina, la variación porcentual fue de entre el 1 al 3% (figura 1).

Durante el proceso de secado solar se analizó el comportamiento de la masa nixtamalizada de maíz criollo y comercial. En la figura 2 se observa el comportamiento para diferentes variables medidas a la masa de maíz nixtamalizado tanto del criollo como del maíz comercial. En la figura 2A se aprecia el comportamiento de la temperatura de ambas muestras durante el secado solar, la masa de maíz criollo tuvo una temperatura promedio de 33.4°C, mayor al maíz comercial que fue de 28.5°C.

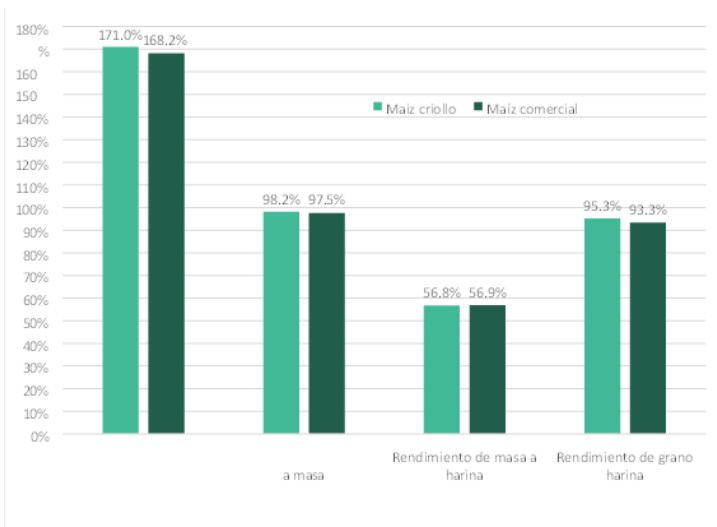
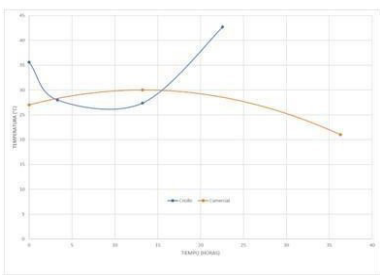
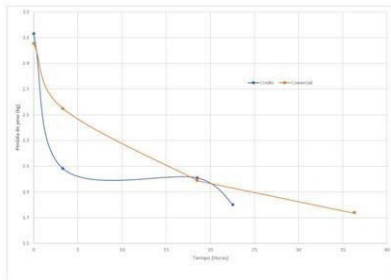


Figura 1. Rendimientos durante el proceso de elaboración de harina de maíz nixtamalizado.

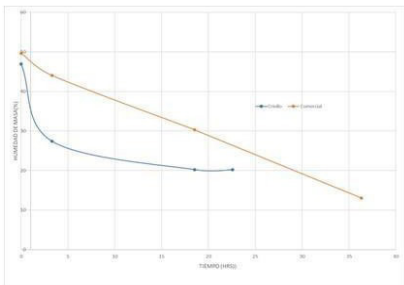
Este comportamiento quizá se deba a que el maíz criollo fue de color morado y absorbió mayor radiación solar con respecto al maíz blanco comercial. Esto se confirma en la figura 2B donde se observa el comportamiento de la pérdida del peso en la masa del maíz criollo que fue más rápido a diferencia del comercial, con respecto al tiempo de secado solar fue de 22.6 horas y 33.3 horas respectivamente. En la figura 2C, se muestra un comportamiento similar con relación a la variable porcentaje de humedad de la masa nixtamalizada, el maíz criollo tuvo un a perdida rápida en comparación del comercial. En la figura 2D, se muestra el comportamiento de la actividad del agua (Aw) en la masa, en el caso del maíz comercial la disminución del valor de la Aw es estable hasta el final hasta llegar a un valor de 0.59, mientras que en el maíz criollo hubo una caída drástica en la Aw en muy poco tiempo hasta llegar a un valor de 0.53. Esto quizá se deba a que la absorción de radiación solar es más eficiente y tiene un efecto de acumulación lo que provoca la pérdida rápida del agua en la masa y se logre llegar a un valor óptimo de Aw más rápido para poder conservar de manera segura la masa deshidratada por mucho tiempo sin riesgo de deterioro.



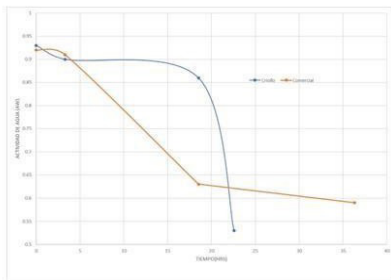
A. Comportamiento de la temperatura de la masa en el secador solar.



B. Comportamiento de la pérdida de peso de la masa durante el secado solar.



C. Comportamiento de la humedad de la masa durante el secador solar.



D. Comportamiento de la actividad de agua de la masa durante el secado solar.

Figura 2. Comportamiento de la masa de maíz nixtamalizado durante el proceso de secado solar.

Conclusiones

En el estudio se demostró que es posible obtener harina de maíz de alta calidad mediante un proceso artesanal utilizando un secador solar, teniendo el maíz morado criollo un mejor comportamiento. El producto obtenido presenta alta estabilidad debido a su baja actividad del agua lo que permitirá su almacenamiento por un periodo prolongado de tiempo, en las condiciones adversas para el almacenamiento de granos como lo es la región de las altas montañas en el Estado de Veracruz, que presenta temperaturas y humedades relativas altas y problemas con plagas y enfermedades durante el almacenamiento de maíz.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

De Luna, F. (2021). Estancada la producción de maíz en Veracruz. Hora Cero. https://horacero.mx/2021/08/04/maiz-en-veracruz/

Gobierno de México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Evalúan investigadores alternativos para mitigar la plaga de almacén en maíz nativo. https://www.gob.mx/agricultura/prensa/evaluan-investigadores-alternativas-para-mitigar-la-plaga-de-almacen-en-maiz-nativo

Hernández Cruz, N. (2021). Alternativas de conservación de granos. La Jornada. https://issuu.com/lajornadaonline/docs/delcampo167

Peralta Vázquez, C. (2019). En riesgo el cultivo en México. https://www.uv.mx/prensa/reportaje/en-riesgo-cultivo-de-maiz-en-mexico/

Vargas Sánchez, G. (2017). El mercado de harina de maíz en México. Una interpretación microeconómica. Economía Informa, 405, 4-29. https://doi.org/10.1016/j.ecin.2017.07.001

Queso artesanal saborizado con café como innovación para los pequeños ganaderos de las regiones cafetaleras

Ana Valeria García[1]

E-mail: al20108382@chapingo.mx

Pedro Elías García[1]

E-mail: al20108617@chapingo.mx

Pablo Ramiro Morales[1]

E-mail: al20116441@chapingo.mx

José Gervasio Partida[2]

E-mail: jpartidas@chapingo.mx

[1] Centro Regional Universitario de Oriente. Huatusco, Veracruz. México.

[2] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras- Universidad Autónoma Chapingo. Huatusco, Veracruz. México.

Resumen

El queso es ampliamente consumido, para diferenciarlo presentamos una alternativa innovadora: el queso artesanal saborizado con café. Con el objetivo de lograr el equilibrio en los atributos sensoriales, se evaluaron tres tratamientos, agregando 50 mL (T1), 75 mL (T2) y 100 mL (T3) de extracto de café (preparado con 7g de café en 25 mL de agua) por litro de leche. Los quesos fueron evaluados por un panel de 11 jueces que valoraron: aspecto, color, olor, flavor, regusto, salado, dulzor, acidez, amargor, dureza, elasticidad, adherencia, granulosidad y humedad. Se realizó una prueba de preferencia con 40 consumidores. El extracto de café demostró beneficios, aceleró del cuajado de la leche y agregó un perfil de sabor único al queso. Los tratamientos mostraron diferencias significativas en los siguientes atributos sensoriales: color ($p<0.01$), amargor ($p<0.05$), dureza ($p<0.001$), elasticidad ($p<0.05$), adherencia ($p<0.001$), flavor ($p<0.05$). El tratamiento T2 fue el que más agradó a los

consumidores ($p<0.05$). Esta iniciativa resalta la capacidad de combinar prácticas artesanales con técnicas innovadoras, también se muestra como una opción redituable abriendo oportunidades en las regiones cafetaleras a los ganaderos para presentar a los consumidores una gama diversa de quesos, otorgando un valor adicional a su producción.

Palabras clave:

Queso artesanal, queso saborizado, café, pequeños ganaderos, regiones cafetaleras.

Introducción

La región de las Altas Montañas tiene un paisaje complejo donde coexisten la ganadería, plantaciones forestales, cafeticultura, fruticultura y pastizales cultivados, en una región de bosque mesófilo. La región contiene en sus límites tres conjuntos espaciales que se puede distinguir para poder encontrar sus funciones productivas.

Estos son: el corredor urbano industrial de Orizaba y Córdoba, el área campesino indígena en torno a la Sierra de Zongolica y la microrregión articulada en torno a Huatusco, esta última dedicada principalmente al ganado y al café (Rodríguez, 2015).

En el caso de la ganadería bovina lechera, la cual constituye una de las actividades más dinámicas y es una de las principales actividades económicas siendo el sustento para varias familias de la región, las cuales mayormente se dedican también al café, es importante destacar que su crecimiento va unido a una serie de problemas sociales, técnico productivas y económicas que han impedido un gran desarrollo de acuerdo con el potencial de explotación que posee la zona y que muchas veces no les sea rentable dedicarse exclusivamente a la producción de leche, ya que los precios son bajos y vendidos sin un valor agregado como podría ser la elaboración de algún subproducto de la leche (Posee & Schiavo, 1988).

A diferencia de la producción comercial de queso, la elaboración artesanal se hace en pequeñas cantidades, lo que significa que no se requieren herramientas sofisticadas

ni maquinarias costosas, siendo una práctica centenaria que combina la tradición con el conocimiento experto para obtener productos únicos y de calidad (Burdett, 2017). Los agricultores y los productores de pequeña escala pueden utilizar herramientas simples como cazuelas, cucharas, termómetros, telas para colar y moldes para dar forma al queso.

El queso es un producto de valor comercial y que en varias ocasiones se puede procesar de manera artesanal, en el trabajo se presenta una innovación para los pequeños ganaderos de la región donde puedan otorgarle un valor adicional a su producción. Esta iniciativa tiene el objetivo de combinar prácticas artesanales con técnicas innovadoras, para presentar a los consumidores un queso saborizado con café que de valor adicional a la producción ganadera de las regiones cafetaleras.

Materiales y métodos

Para esta investigación se usó de la leche de ganado bovino del Centro Regional Universitario Oriente en Huatusco, Veracruz. Para la elaboración de un queso artesanal saborizado se consideró la NOM-243-SSA12010 con respecto a los saborizantes. La cantidad de sólidos y humedad en la leche y el queso se determinó se utilizó una balanza determinadora de humedad termogravimétrica marca OHAUS modelo MB45. Se determinó la actividad de agua por medio de un medidor de actividad de agua Water Activity Meter modelo WA-60A. El pH se determinó mediante con un pH-metro marca HANNA instruments modelo HI2214.

Se realizaron tres tratamientos con una relación de 50 mL (T1), 75 mL (T2) y 100 mL (T3) de extracto de café (preparado con 7g de café en 25 mL de agua) por litro de leche para elaborar el queso. Los quesos fueron evaluados por un panel de 11 jueces que determinaron: aspecto, color, olor, flavor, regusto, salado, dulzor, acidez, amargor, dureza, elasticidad, adherencia, granulosidad y humedad. Se realizó una prueba de preferencia con 39 consumidores.

Resultados

El extracto de café se utilizó principalmente para saborizar el queso sin embargo se observó un efecto en el tiempo

del cuajado de la leche (tabla 1). El cuajo en condiciones normales empieza a actuar a partir de los 20 a 30 minutos, se observó que la muestra con mayor porcentaje de café redujo el tiempo de cuajado a 15 minutos.

Tabla 1. Análisis de los quesos y la leche.

Tratamiento	Tiempo de cuajado	Humedad	pH	Aw
T1	38	55.81 %	5.83	0.89
T2	31	55.51 %	5.61	0.90
T3	15	66.70 %	5.38	0.86
Leche	40	90.02%	6.76	0.95

Análisis sensorial

De acuerdo con el panel conformado por 11 jueces los tres tratamientos del queso saborizado fueron caracterizados, encontrando diferencias significativas en los siguientes atributos sensoriales: color, olor, flavor, amargor, dureza, elasticidad y adherencia. Sobresale el tratamiento T2 en intensidades, salvo en adherencia donde presentó el valor más bajo.

Tabla 2. Intensidades de los atributos sensoriales de los tres tratamientos de quesos saborizados con café.

Tratamiento	T1	T2	T3
Aspecto	4.76a	5.62a	3.59a
Color*	2.32a	3.82b	2.49a
Olor*	3.91a	5.25b	4.04a
Flavor*	4.48a	5.99b	5.49ab
Regusto	4.45a	5.89a	4.91a
Salado	4.99a	4.09a	4.15a
Dulzor	2.91a	2.76a	3.38a
Acidez	3.85a	4.94a	4.32a
Amargor*	3.29a	5.04b	5.25b
Dureza*	3.58b	5.65c	2.42a
Elasticidad*	3.28ab	3.50b	2.18a
Adherencia*	3.05a	2.44a	4.55b
Granulosidad	4.34a	3.83a	3.29a
Humedad	5.41a	5.77a	6.50a

*Atributos con diferencias significativas ($p<0.05$)

Letras diferentes significa que los tratamientos son diferentes entre sí.

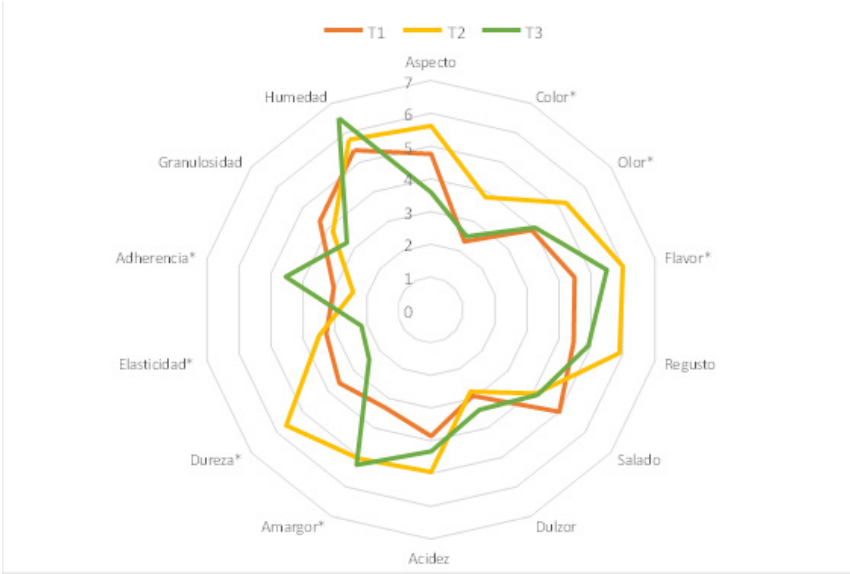


Figura 1. Perfil sensorial determinado por el panel de jueces para cada tratamiento aplicado al queso.

Prueba hedónica

Los resultados obtenidos de la prueba hedónica con 39 consumidores; muestran que el tratamiento T1 (con una concentración de 50 ml de café por litro de leche) obtuvo una preferencia del 35,9%, lo que indica que una parte significativa del grupo de consumidores mostró una inclinación favorable hacia esta concentración en particular. En tanto que el tratamiento T2 (con una concentración de 75 ml de café por litro de leche) fue el queso más preferido, ya que el 61,5% de los consumidores mostró una clara preferencia por esta concentración de café. Mientras que el tratamiento T3 (con una concentración de 100 ml de café por litro de leche) solo fue preferida por el 2,4% de los consumidores, lo que sugiere que esta concentración en particular no fue tan bien recibida en comparación con las otras opciones. En general el tratamiento T2 tuvo los mayores valores de preferencia en color, olor, apariencia, textura y sabor. Mientras que el tratamiento T3 fue el de menor de preferencia.

Tabla 3. Preferencias de los consumidores para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Color	Olor	Apariencia	Textura	Sabor	Preferencia
T1	5.15b	5.56b	5.10b	5.15b	4.54b	2.79b
T2	4.87b	5.36b	5.49b	5.41b	5.18b	4.08c
T3	4.08a	4.51a	3.00a	3.38a	3.18a	1.13a

*Atributos con diferencias significativas ($p<0.05$)

Letras diferentes significa que los tratamientos son diferentes entre sí.

Conclusiones

La función principal del extracto de café es como saborizante natural para el queso, sin embargo, se encontró que acelera el proceso de cuajado de la leche. La concentración de 75 mL de café por litro de leche mostró las mayores intensidades en los atributos sensoriales, salvo en el atributo de textura denominado adherencia. El queso elaborado con esta concentración fue también el que presentó los mayores valores de preferencia en los aspectos valorados por el consumidor. La evaluación objetiva del panel explica las preferencias por parte de los consumidores indicando que las intensidades de los atributos sensoriales del queso con tratamiento T2 impactó en las preferencias del grupo de consumidores.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Posee, C., & Schiavo, C. (1988). Diagnóstico de la Ganadería bovina en la región Veracruz centro. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/815/IMTA_005.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, H. (2015). Sistemas productivos en el paisaje veracruzano. CIESAS. https://www.academia.edu/15153949/Sistemas_productivos_en_el_paisaje_veracruzano

Análisis sensorial y de preferencia de quesos industriales vs quesos artesanales de la región de Atzalan, Veracruz

Maribel Estudillo[1]

E-mail: mary.estudillod@gmail.com

José Gervasio Partida[1]

E-mail: jpartidas@chapingo.mx

[1] Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras- Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Veracruz. México.

Resumen

La quesería artesanal se encuentra en desventaja ante la industrial que sustituye la leche con caseinatos y grasas vegetales. Ante las peculiaridades que se presentan entre los quesos artesanales y los industriales, es importante reconocer las preferencias de los consumidores. Se realizó un análisis sensorial comparando queso panela artesanal de la región de Atzalan vs uno industrial. El panel integrado por 9 jueces evaluó el gusto básico, perfil aromático, color, adherencia, humedad y elasticidad. Los datos obtenidos se analizaron mediante pruebas de t de Student para identificar diferencias significativas entre los atributos valorados. La prueba preferencia se realizó con 79 consumidores y los resultados se analizaron mediante la prueba U de Mann-Whitney para conocer diferencias estadísticas significativas. El queso artesanal tuvo mayores intensidades en la mayoría de los atributos sensoriales excepto en elasticidad, humedad y dulzor. Los atributos que muestran diferencias significativas son: color, salado, dulzor, adherencia, olor, flavor y regusto ($p<0.001$). De acuerdo con el panel, los atributos sensoriales del queso artesanal son más intensos en color, perfil aromático, salado y textura, el queso industrial es más intenso en dulzor ($p<0.001$). Sin embargo, en cuanto a preferencia, los consumidores prefieren el queso comercial sobre el artesanal ($p<0.001$).

Palabras clave:

Queso artesanal, atributos sensoriales, preferencia.

Introducción

En la actualidad existen aproximadamente cuarenta variedades diferentes de quesos artesanales identificados en México. Algunos, como el Oaxaca y panela se elaboran en todo el país, pero muchos otros se producen en regiones muy pequeñas y tienen una relevancia local, motivo por el cual la población de esas regiones presenta un gusto preferencial por este tipo de quesos. En ese contexto actual, la quesería artesanal enfrenta su posible desaparición ante la competencia desleal generada por algunos quesos industrializados elaborados con otras materias primas sustitutas que abaratan los costos, como caseinatos y grasa vegetal (Villegas et al., 2016). Ante las peculiaridades que se presentan entre los quesos artesanales y los quesos industriales, es importante reconocer las preferencias de los consumidores ante estos productos y saber las características sensoriales que identifican en cada uno de estos quesos. Para este trabajo se realizaron pruebas hedónicas y de análisis sensorial de dos tipos de queso, uno elaborado artesanalmente y un queso comercial de una marca líder en el mercado.

El objetivo del trabajo fue comprobar la hipótesis de que en la actualidad los consumidores prefieren quesos que provienen de las industrias lácteas más reconocidas que consumir un queso de origen artesanal elaborado con 100% leche, sin agregar otros ingredientes que alteren sus cualidades físicas, químicas y sensoriales.

Metodología

Las muestras analizadas corresponden a un queso fresco panela artesanal elaborado a base de leche de vaca de la zona alta del municipio de Atzalan, Veracruz y un queso panela de una marca comercial líder. Se aplicó un diseño sensorial donde las muestras codificadas se expusieron de manera monódica secuencial, presentándose individualmente una tras otra para su evaluación.

Para el análisis sensorial, el panel de jueces sensoriales semi entrenados se conformó por 9 personas. Para las pruebas hedónicas se reunió a 79 consumidores con una edad entre los 18 y 25 años. Se utilizaron escalas estructuradas del 1 al

10 para valorar los atributos sensoriales por parte del panel y una escala hedónica de 1 a 7 para los consumidores.

Con el panel se evaluaron aspectos relacionados con el gusto básico (dulzor, acidez, amargor y salado), el perfil aromático (olor, flavor y regusto) así como color, adherencia, humedad y elasticidad.

Los datos obtenidos se evaluaron a través de pruebas de t de Student, para analizar si hay diferencia entre las intensidades de los atributos sensoriales valoradas por el panel. Los datos depreferencia se analizaron mediante tablas de frecuencias, histogramas, gráfica de porcentajes de aceptación de las muestras y para conocer diferencias estadísticas significativas mediante la prueba U de Mann- Whitney. Para el análisis de datos se utilizó el software RealStats.

Resultados

De acuerdo con la evaluación sensorial del panel (Tabla 1), el queso de Atzalan tuvo mayores intensidades en la mayoría de los atributos sensoriales excepto en elasticidad, humedad y dulzor. Los atributos que muestran diferencias significativas son: color, salado, dulzor, adherencia, olor, flavor y regusto ($p<0.05$). Los que no muestran diferencias son la acidez, amargor, elasticidad y humedad.

Tabla 1. Intensidades de los atributos sensoriales valoradas por el panel para el queso artesanal de Atzalan vs el queso industrial.

Tipo	Color	Olor	Flavor	Regusto	Salado	Acidez	Amargor	Dulzor	Adherencia	Elasticidad	Humedad
Queso de Atzalan	6.0 b	7.7 b	8.2 b	8.1 b	8.3 b	3.6 a	3.1 a	1.9 a	6.0 b	4.7 a	5.0 a
Queso industrial	2.8 a	4.7 a	5.0 a	2.0 a	1.6 a	1.8 a	3.8 b	2.9 a	5.9 a	6.0 a	4.7 a

Fuente: elaboración propia. Las letras a y b en las celdas significa que hubo diferencias significativas en los atributos sensoriales de acuerdo con los resultados de la prueba t Student, mientras que en las celdas que tienen la letra a significa que ese atributo sensorial evaluado no presento diferencias significativas.

De acuerdo con la evaluación sensorial del panel (Tabla 1), el queso de Atzalan tuvo mayores intensidades en la mayoría de los atributos sensoriales excepto en elasticidad, humedad y dulzor. Los atributos que muestran diferencias significativas son: color, salado, dulzor, adherencia, olor, flavor y regusto ($p<0.05$). Los que no muestran diferencias son la acidez, amargor, elasticidad y humedad.

Los descriptores sensoriales más mencionados para el queso industrial (Figura 1 izquierda) fueron para el perfil aromático a leche, queso fresco y láctico, para la elasticidad a gomita de grenetina, para la adherencia como clara de huevo cocida. Para el queso de Atzalan (Figura 1 derecha) los descriptores más mencionados para el perfil aromático fueron a leche recién ordeñada (bronca) y a vaca, para adherencia como clara de huevo cocida y para gusto básico a sal. En este sentido el queso industrial y el artesanal solo presentaron semejanzas en la descripción de la adherencia.

Figura 1. Descriptores de los atributos sensoriales valoradas para el queso industrial (izquierda) vs el queso artesanal (derecha). El tamaño de los descriptores indica su mayor frecuencia para describir las muestras por parte del panel.

Para los consumidores los atributos más importantes que consideran a la hora de comprar un queso son: sabor, olor, textura y color. En cuanto a la preferencia (Figura 2) por los quesos, los consumidores prefieren el queso de la marca comercial líder en el mercado sobre el queso artesanal de Atzalan ($p<0.001$) quizá esto se explica por las características medidas por el panel en cuanto a que el queso industrial

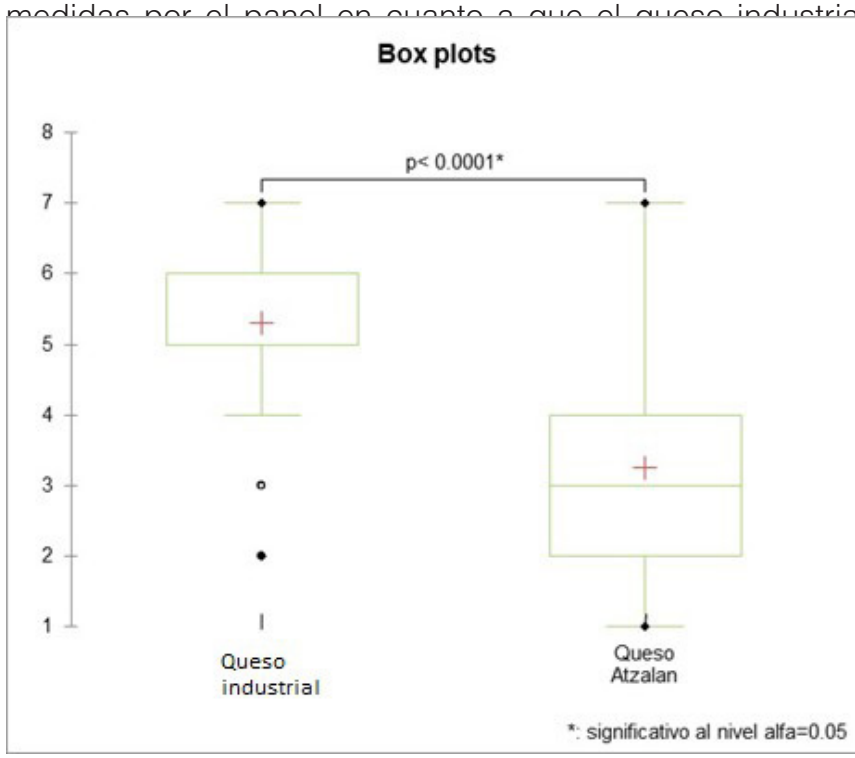


Figura 2. Nivel de preferencia de los consumidores por el queso industrial y el queso artesanal. El gráfico de caja muestra el valor de preferencia de los consumidores por ambos quesos. El p-valor corresponde a la prueba comparativa de U de Mann-Whitney.

Conclusiones

De acuerdo con el panel que realizo la evaluación sensorial de los quesos se destaca que, los atributos sensoriales del queso artesanal son más intensos en color, perfil aromático (olor, flavor y regusto), salado y textura (adherencia), mientras que el queso industrial es más intenso en dulzor ($p<0.05$). El grupo de consumidores estudiado prefieren consumir un queso de origen industrial sobre el queso artesanal ($p<0.001$).

Ante los resultados obtenidos se recomienda fomentar el consumo de productos que tengan atributos sensoriales deseables y originales, generar conciencia en los consumidores de que los productos artesanales pueden llegar a tener sabores más intensos, pero son productos que garantizan ser auténticos y que no han sustituido la materia prima por sabores artificiales o productos que le quitan la genuinidad al queso.

Agradecimientos

Al CENIDERCAFE por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Referencias bibliográficas

Agudelo M., Cesin A., Espinoza A., & Ramírez B. (2019). Evaluación y análisis sensorial del Queso Bola de Ocosingo (México) desde la perspectiva del consumidor. Rev Mex Cienc Pecu., 10(1), 104-119. http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n1/2448-6698-rmcp-10-01-104.pdf

Novoa, C., & López, N. (2008). Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 55(2), 91- 99. https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639218004.pdf

Villegas, A., Lozano, O., & Cervantes, F. (2015). Valorización de los quesos mexicanos genuinos conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía. Colegio de Postgraduados Texcoco.

Villegas, A., Santos, A., & Cervantes, F. (2016). Los quesos mexicanos tradicionales. Juan Pablos Editor S.A.

Universidad Autónoma Chapingo

Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México CP 56230 Teléfono (595) 952 15 00

Dirección General de Investigación y Posgrado

Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México CP 56230 Teléfonos 595 95 2 17 87, 595 95 2 15 00 / Ext. 1787, 6475, 6476

Correo: dgip.direccion@chapingo.mx

Sistema de Centros Regionales Universitarios

Km. 38.5 Carretera México – Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México CP 56230 Teléfono (595) 952 15 00 / Ext. 6095

Correo: dcru.direccion@chapingo.mx

Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE)

Km.6 carretera Huatusco Xalapa Apdo.Postal 49. Huatusco, Ver. C.P. 94100 Teléfono (273) 1080878

Correo: gpsuac@gmail.com

Centro Regional Universitario Oriente (CRUO)

Km.6 carretera Huatusco Xalapa Apdo.Postal 49. Huatusco, Ver. C.P. 94100 Teléfono (595) 952 15 00 / Ext. 3071

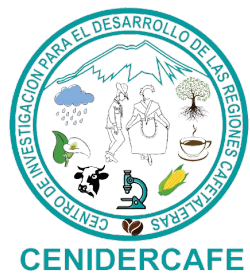
Correo: cruo.subdireccion@chapingo.mx

Universidad Autónoma Chapingo
Enseñar la explotación de la tierra,
no la del hombre

CRUO
Centro Regional Universitario Oriente

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO

IGRA
INGENIERÍA EN GESTIÓN DE REDES
AGROALIMENTARIAS


CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS
CENIDERCAFE

El Centro de Investigación para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE) de la Universidad Autónoma Chapingo está conformado por profesores-investigadores que, a través de un esfuerzo conjunto, desarrollan proyectos orientados a generar soluciones viables para los desafíos técnicos, productivos, sociales, económicos, culturales y ecológicos del medio rural de México. Esto se logra mediante procesos de vinculación e intercambio de saberes. El centro se consolida en tres líneas de investigación principales. La primera se enfoca en el desarrollo tecnológico sostenible, priorizando la gestión eficiente de los recursos naturales. La segunda aborda las cadenas productivas de las regiones cafetaleras, integrando cada etapa del proceso, desde la producción hasta el consumo. Finalmente, la tercera línea de investigación se centra en la diversificación productiva como una estrategia clave para fortalecer la resiliencia de las comunidades cafetaleras ante los cambios económicos y climáticos. Esta recopilación muestra los avances más recientes en investigación y contribuciones en diversas áreas del conocimiento, con el objetivo de fomentar el desarrollo de investigaciones innovadoras y la creación de sinergias entre diferentes disciplinas. A través de la integración de nuevas perspectivas y enfoques metodológicos, se busca fortalecer los estudios en curso, optimizar su impacto y estimular el surgimiento de nuevas iniciativas de investigación. Además, se promueve un enfoque interdisciplinario que fomente la colaboración entre investigadores, estudiantes, productores, organizaciones y otros actores clave del sector.

Universidad Autónoma Chapingo

Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre

SOPHIA EDITIONS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS REGIONES CAFETALERAS

CENIDERCAFE

ISBN: 979-8-9920482-1-6