

Investigación, desarrollo e innovación en el sector agroalimentario: contribuciones de la Universidad del Valle de Guatemala

Research, development and innovation in the agri-food sector: Contributions of Universidad del Valle de Guatemala

Rolando CIFUENTES¹, Martha Patricia HERRERA-GONZÁLEZ¹, Luis Andrés ARÉVALO-RODRÍGUEZ¹, Edwin DE LEÓN¹, Fabiola Marisol REINA-TOBAR¹, Ana Alicia PAZ-PIERRI^{1,2}, Ana Silvia COLMENARES-DE RUIZ^{1,2}, Isabel ALONZO-FLORES¹, Josué BOCEL¹, Edwinth RODRÍGUEZ¹ & Diego DE LA VEGA¹

¹ Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios (CEAA), Universidad del Valle de Guatemala, Ciudad de Guatemala; GUATEMALA

² Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Valle de Guatemala, Ciudad de Guatemala; GUATEMALA

Correspondencia: Rolando Cifuentes (rcifuen@uvg.edu.gt)

Recibido: 20/III/2026; Aceptado: 16/V/2026

Resumen: Este trabajo sintetiza las principales actividades de investigación, desarrollo e innovación implementadas por las unidades vinculadas al tema agroalimentario de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG). Durante aproximadamente tres décadas, se han implementado más de 100 estudios aplicados en esta área, así como diversos proyectos orientados a la transferencia de tecnología y conocimientos. En casi todas las iniciativas de investigación aplicada, la transferencia de tecnología ha sido un eje transversal; en años recientes, también se ha incluido la economía agrícola como componente clave. Las intervenciones han abarcado la mayor parte del territorio nacional, en temas vinculados con agronomía, protección vegetal y tecnología de alimentos. Asimismo, se ha trabajado aspectos como la seguridad alimentaria, la innovación agrícola para el crecimiento económico, el emprendimiento y la prestación de servicios de análisis de laboratorio. La UVG, por medio del Centro de Estudios Agrícolas Alimentarios (CEAA) en colaboración con el Departamento de Ingeniería en Alimentos, cuenta con un componente agroalimentario activo, funcional y comprometido con el desarrollo del sector en Guatemala.

Palabras clave: agricultura familiar, desarrollo rural sostenible, investigación e innovación agroalimentaria, servicios de laboratorio, transferencia de tecnología agroalimentaria.

Abstract: This contribution summarizes the main research, development, and innovation activities implemented by the agri-food units at Universidad del Valle de Guatemala (UVG). For approximately three decades, over 100 applied studies have been implemented, as well as various projects focused on technology and knowledge transfer. In almost all applied research initiatives, technology transfer has been a cross-cutting theme. In recent years, agricultural economics has also been included as a key component. Research and extension activities have covered most of the national territory, addressing topics related to agronomy, plant protection, and food technology such as food security, agricultural innovation for economic growth, entrepreneurship, and the provision of laboratory services. UVG, through the Center for Agricultural and Food Studies (CEAA) in collaboration with the Department of Food Engineering, has an active, functional and committed agri-food component that contributes to the development of this sector in Guatemala.

Key words: agri-food research and innovation, agri-food technology transfer, family agriculture, laboratory services, sustainable rural development.

INTRODUCCIÓN

La investigación en temas agroalimentarios en la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) inició hace más de 30 años. Inicialmente, los componentes agrícolas y alimentario se desarrollaron de forma independiente. Los estudios en ambas áreas comenzaron en 1993 con la creación del Centro de Estudios Agrícolas (CEA) y el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CECTA). En 1998, el CEA cambió a Centro de Estudios Agrícolas y Forestales (CEAF), por la importancia del componente forestal para el país. En 2013, el CEAF y el CECTA se fusionaron para conformar el Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios (CEAA), que actualmente forma parte de los diez centros de investigación del Instituto de Investigaciones de la UVG.

A lo largo de estos años, las unidades de investigación han sido coordinadas por el Dr. Charles MacVean (CEA), los Drs. Guillermo Sánchez y Rolando Cifuentes (CEAF), el Dr. Ricardo Bressani (†) (CECTA), y posteriormente por los Drs. Rolando Cifuentes y Ricardo Bressani (director emérito) (CEAA). La misión ha sido generar, validar, transferir y divulgar conocimiento científico y tecnológico para la transformación del sector agroalimentario en Guatemala. Este objetivo se ha alcanzado durante más de tres décadas con la implementación de más de 100 estudios aplicados, así como diversos proyectos de transferencia de tecnología y conocimiento. A continuación se presenta una síntesis de los principales hallazgos por área.

Estructura y ejes temáticos de investigación del CEAA

El CEAA está conformado por los programas de Agronomía, Protección Vegetal (Entomología aplicada y Patología vegetal) y Ciencia y Tecnología de Alimentos, cada uno integrado por profesionales y técnicos especializados. Su trabajo se desarrolla bajo un enfoque integral "del campo a la mesa", abarcando actividades en laboratorio, invernadero, estaciones experimentales y campo abierto en fincas de productores. El centro colabora tanto con productores de la agricultura familiar como con el sector agroexportador, la industria de alimentos, instituciones nacionales e internacionales y el sector público.

Los principales ejes temáticos de investigación incluyen: (1) agricultura familiar y de exportación; (2) agrobiodiversidad y recursos fitogenéticos; (3) recursos naturales vinculados a la agricultura; (4) seguridad alimentaria y nutricional; (5) manejo postcosecha; (6) desarrollo de productos y procesos alimenticios; (7) protección vegetal; (8) economía circular; (9) biotecnología agrícola; y (10) desarrollo y uso de bioproductos.

Investigación e innovación

Componente agrícola. Los primeros estudios del componente agrícola se centraron en plagas de importancia económica

en hortalizas no tradicionales de exportación en el altiplano de Guatemala (MacVean *et al.* 1993; Pérez *et al.* 1997); en el "Mal de Viñas" en café (Morales *et al.* 1996), posteriormente atribuido al decaimiento de las plantas por la interacción entre baja sombra, acidez del suelo y acumulación de aluminio intercambiable. Asimismo, se participó en el proyecto *Integrated Pest Management - Collaborative Research Support Program* (IPM-CRSP) liderado por Virginia Tech University, iniciando estudios en virología vegetal y cultivo de tejidos. Hasta inicios del año 2000, el mayor esfuerzo se concentró en la protección vegetal, enfocada en artrópodos, patógenos y manejo integrado de plagas.

Alrededor del 2005 se iniciaron estudios de investigación aplicada y transferencia agroalimentaria con financiamiento del Programa *Food for Progress* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Inicialmente en colaboración con Texas A&M University (2005-2007) y posteriormente con UVG como ejecutor principal (2010-2014), se desarrollaron iniciativas en seguridad alimentaria, sistema milpa e innovación agrícola, incluyendo agricultura protegida, riego, fertirriego, fertilidad de suelos, introducción de variedades mejoradas de maíz y frijol, producción mecanizada de compost (Cifuentes *et al.* 2013) e incorporación del sorgo dulce para bioetanol (Rolz *et al.* 2014). El principal enfoque fue la innovación agrícola, la transferencia de tecnología y los agronegocios. Parte de estos resultados se publicó en la Revista UVG (2017), dedicado al "Proyecto para el Desarrollo Agrícola" auspiciado por el USDA.

En el marco del Programa "Consortios Regionales de Investigación Agrícola" (CRIA), financiado por el USDA a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y con apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, durante los años 2019 y 2021 se desarrollaron estudios en las cadenas de valor del cacao y cardamomo, abarcando diferentes eslabones desde insumos y producción hasta procesamiento. Parte de estos resultados se publicó en la Revista UVG (2021, 2022). Actualmente, en colaboración con el Centro de Procesos Industriales (CPI) del Instituto de Investigaciones de UVG, se desarrolla un programa de investigación sobre biofertilizantes a partir de cepas nativas de bacterias funcionales, con resultados prometedores a nivel de invernadero. Este trabajo ha evidenciado la importancia de fortalecer iniciativas comunitarias de producción de biofertilizantes ("biofábricas") y de articular esfuerzos entre productores, academia e instituciones públicas para su validación y escalamiento.

Con fondos de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y en consorcio con la Universidad de Ben Gurion (Israel), se realizaron estudios sobre Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) (2006-2009). Posteriormente, con la Fundación Panamericana para el

Desarrollo (PADF) (2015-2017), se implementó un proyecto de transferencia de tecnología agrícola en el corredor seco de Guatemala. Más recientemente, en el marco del Programa *Feed The Future* (EE.UU.) en colaboración con la Universidad de California, Davis, se promovieron tecnologías agrícolas climáticamente inteligentes para la producción de hortalizas en el altiplano de Guatemala (2023-2025). Actualmente, junto con Kansas State University, se implementa el proyecto “Coordinación y Escalamiento de Tecnología Agroalimentaria” orientado a pequeños productores del altiplano de Guatemala (2024 a la fecha).

Se ha trabajado con comisiones y comités de la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT) en investigaciones sobre follajes, ornamentales, arvejas, ejote francés y mango. En el caso del mango (variedad Tommy Atkins), los estudios se orientaron en las causas del manchado de las lenticelas, originado en el campo y acelerado por el tratamiento hidrotérmico de la fruta requerido para exportaciones a los EE.UU. En arvejas y ejote francés, se desarrollaron análisis agroeconómicos para evaluar la producción de estos cultivos bajo cobertura (macro túneles, cubiertas flotantes e invernaderos).

Con apoyo de *Bioversity International* (2016-2017), se evaluó el potencial de adaptación y aceptación del frijol tépari (*Phaseolus acutifolius*), leguminosa resistente a condiciones climáticas extremas y rica en proteína, así como su combinación con chaya como estrategia nutricional para el corredor seco. El proyecto demostró la viabilidad de estos cultivos de bajo costo y alta resiliencia, desarrollando recetas validados comunitariamente para fortalecer la seguridad alimentaria (Gutiérrez *et al.* 2018).

Componente alimentario. En el tema de alimentos, el Dr. Ricardo Bressani consolidó una línea científica centrada en la calidad proteica y la mejora nutricional de alimentos básicos como maíz y leguminosas. Demostró la complementariedad nutricional entre cereales y leguminosas, lo que sustentó el desarrollo de mezclas fortificadas como el Vitacereal, utilizado por el Programa Mundial de Alimentos en intervenciones dirigidas a población materno-infantil. Además, profundizó en la nixtamalización y en el potencial de granos biofortificados y variedades autóctonas de leguminosas.

Caracterizó materias primas locales para su uso en alimentos complementarios, promoviendo el aprovechamiento de recursos regionales, e investigó el valor nutricional de hierbas

nativas como alternativa alimentaria de alto potencial. Su mayor legado en la UVG es una cultura de investigación rigurosa que integra ciencia básica, innovación y responsabilidad social para enfrentar la seguridad alimentaria en Guatemala, vigente en iniciativas recientes como estudios sobre sistemas alimentarios promovido por FAO y la organización no gubernamental Rikolto Latinoamérica (Rosal Martínez *et al.* 2021; FAO *et al.* 2022).

Desde 2013 se iniciaron estudios y actividades sobre el manejo pre y postcosecha de productos agrícolas para consumo y exportación. En colaboración con la Universidad de California, Davis, se participó en el proyecto global “Evaluación de sistemas de secado y enfriamiento a pequeña escala” (Kitinoja & Wheeler 2014). Posteriormente, en alianza con las universidades de Kansas y Nebraska-Lincoln y la organización no gubernamental SHARE Guatemala se trabajó en la reducción de aflatoxinas y fumonisinas en maíz en Huehuetenango (2014-2016). Más recientemente, con la Universidad de Wageningen, Países Bajos, se colaboró en un estudio para el Banco Mundial sobre cadenas de frío en distintas cadenas de valor en el país (World Bank 2025).

Con fondos de USAID (2023-2025) y en colaboración con la Universidad de California, se realizaron estudios para mejorar procesos postcosecha. En el marco del proyecto “Alianzas Sostenibles para la Innovación, Investigación y Emprendimiento” (ASPIRE) del consorcio MIT-UVG-AGEXPORT, se desarrollaron iniciativas para reducir pérdidas postcosecha en la cadena de arvejas, y valorizar descartes bajo un enfoque de economía circular. Asimismo, junto con AGEXPORT, se investigó el aprovechamiento integral del aguacate mediante el análisis de su composición y capacidad antioxidante.

Desde 2023 se participa en la Red IBEROCIRCULAR del programa CYTED, enfocada en economía circular aplicada a alimentos. Se ha trabajado en el aprovechamiento de subproductos de cacao y bagazo de cerveza en productos de panificación con mejoras nutricionales y funcionales, promoviendo la innovación sostenible en la cadena de valor alimentaria (Aguilar Valenzuela *et al.* 2025).

Los principales temas abordados a lo largo de las últimas tres décadas (Cuadro 1) se centran en la protección vegetal, fertilidad de suelos y nutrición vegetal, agricultura protegida y tecnología de alimentos y postcosecha.

Cuadro 1. Distribución y contribución de temas de estudios realizados por el Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios (CEAA) desde los inicios de la investigación agroalimentaria en Universidad del Valle de Guatemala.

Table 1. *Distribution and contribution of research topics studied by the Center for Agricultural and Food Studies (CEAA) since the early stages of agri-food research at Universidad del Valle de Guatemala.*

Tema	Número de estudios realizados	Cultivos involucrados
Insectos	7	Papa, manzano, aguacate, leather leaf, sorgo dulce, sistema milpa, cardamomo, hortalizas.
Ácaros	5	Aguacate y otros de importancia económica, leather leaf, sorgo dulce, sistema milpa.
Hongos, bacterias y fitoplasmas	11	Champiñones, papa y aguacate, sorgo dulce, sistema milpa, cacao, cardamomo, café, papaya y coco
Virus	13	Orquídeas, tomate, chile, papa, crisantemos, cítricos, aguacate, cardamomo
Nemátodos	2	Plantas ornamentales, cardamomo,
Control de plagas y enfermedades	2	Cardamomo, hortalizas
Botánica, genética y Biología molecular	6	Papaya y cocotero, cardamomo, chaya, cacao
Granos básicos	5	Sistema milpa, nuevas variedades e híbridos, banco de semillas maíz sololá
Fertilidad de suelos y nutrición vegetal	11	Sorgo dulce, sistema milpa, cardamomo, cacao, cebolla, zanahoria, broccoli, papa, maíz, chile jalapeño y pimiento, sandía y café
Microbiología de suelos	2	Cardamomo, cacao, maíz, frijol, arvejas, ejote francés
Fijación de carbono	1	Sistema agroforestal del cardamomo
Biomasa y producción de etanol	3	Sorgo dulce
Agricultura protegida	10	Tomate, pimiento, arvejas, pepino, ejote francés y ornamentales
Innovación sistema milpa	1	Amaranto, sistema milpa, hortalizas
Agrobiodiversidad	6	Maíz, chaya, amaranto, cedro y caoba
Desarrollo de alimentos para humanos	5	Maíz, frijol, legumbres, chaya, hierbas comestibles, grano de sorgo dulce, amaranto
Caracterización química de productos y procesos para alimentación humana	22	Maíz, frijol, amaranto, hierbas comestibles, cardamomo, cacao, aguacate, arvejas, frijol mucuna, ingas, chaya, chilacayote
Manejo postcosecha	12	Cardamomo, cacao, frijol tépari, tomate, pimiento, arvejas, ejote francés y otras hortalizas
Cadmio en suelo y grano	1	Cacao
Compostaje mecanizado	2	Desechos y subproductos de la caña de azúcar.
Economía circular	2	Cacao y bagazo de cerveza
	129	

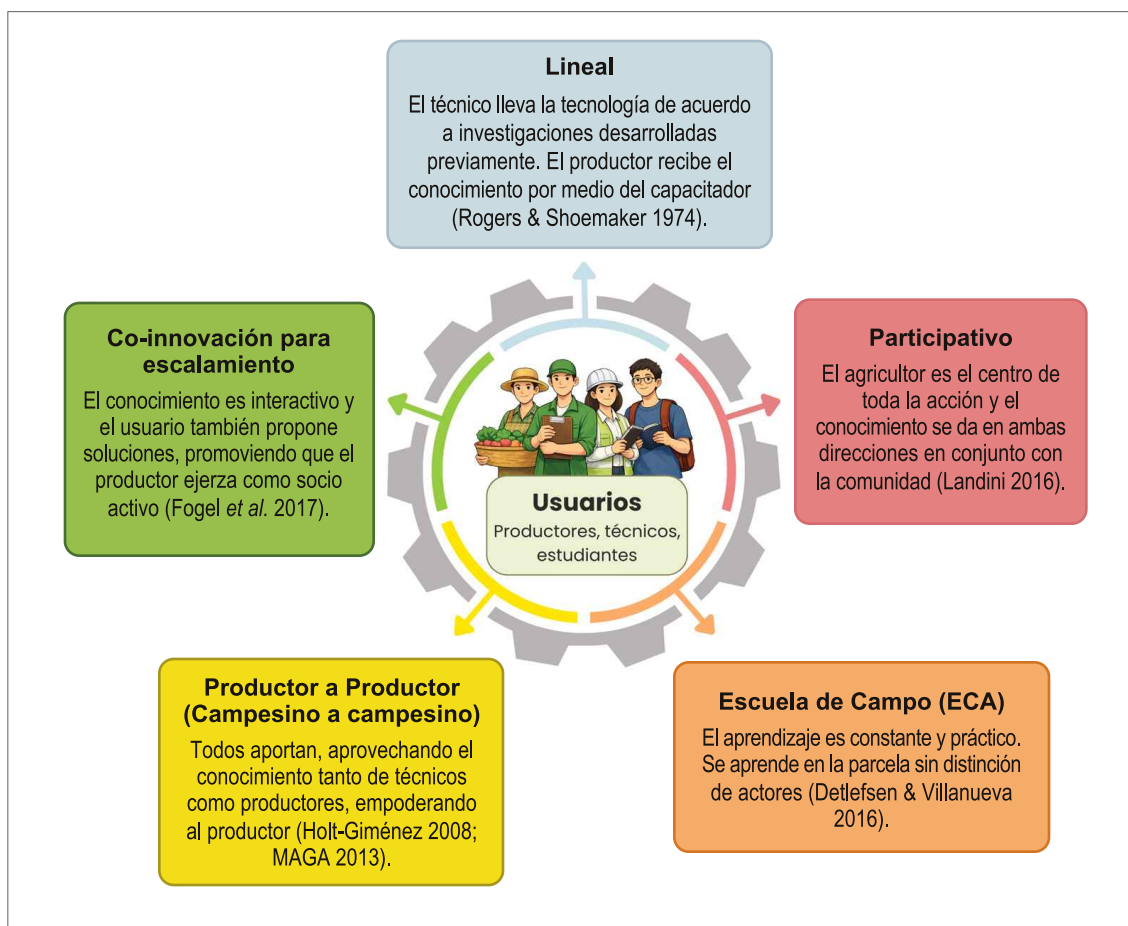


Figura 1. Modelos de transferencia de tecnología y conocimiento utilizados en el Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios.
Fuente: Elaboración propia.

Figure 1. Models of technology and knowledge transfer used at the Center for Agricultural and Food Studies. Prepared by the authors.

Transferencia de tecnología y conocimiento

Un eje transversal ha sido la transferencia efectiva de tecnología y conocimientos, entendida como la transformación del conocimiento en capacidades para productores, procesadores y emprendedores. Los proyectos han incorporado capacitaciones, materiales técnicos y acompañamiento en campo, y se han complementado con iniciativas específicos para fortalecer competencias técnicas, organizativas y empresariales a nivel nacional y regional. Como parte de la transferencia de tecnología y conocimientos, se han utilizados diferentes modalidades, según la naturaleza de cada proyecto (Fig.1).

Como ejemplo, en el proyecto ASPIRE (aguacate Hass), se desarrolló una herramienta innovadora de formación en “capacitación de capacitadores” y aprendizaje basado en un juego que abordó buenas prácticas agrícolas, inocuidad, calidad,

postcosecha y gestión empresarial mediante cápsulas audiovisuales y recursos didácticos diseñados para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Asimismo, en 2022, con fondos del USDA y apoyo de la *Food and Drug Administration* de los EE. UU., se desarrollaron manuales para capacitadores y productores sobre manejo higiénico postcosecha de productos agrícolas frescos, para fortalecer competencias en inocuidad y el cumplimiento de la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos.

En 2023, junto con el Centro Regional de Promoción de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, se implementó un programa intensivo para fortalecer capacidades de mujeres emprendedoras del sector de alimentos en Guatemala y Belice, brindando capacitación en modelos de negocio, mercado, producción, calidad, inocuidad e innovación, con de asesoría técnica personalizada para fortalecer la sostenibilidad de sus emprendimientos.

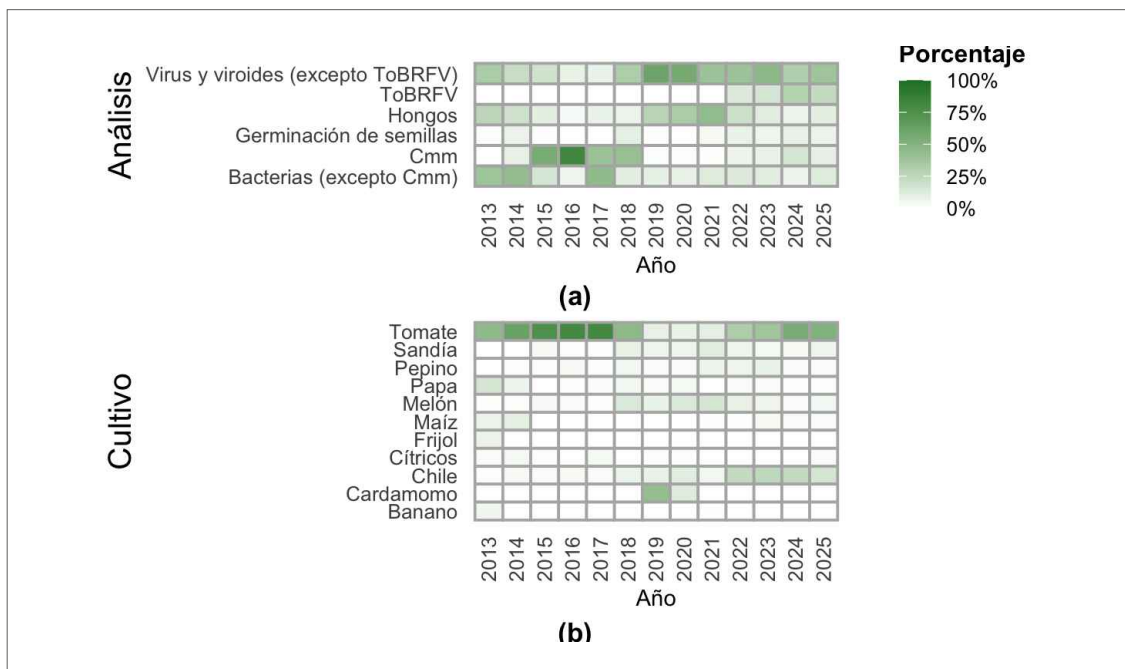


Figura 2. Distribución de los análisis fitopatológicos realizados en el laboratorio de patología vegetal (a) y principales cultivos analizados durante el periodo 2013-2025 (b).

Figure 2. Distribution of phytopathological analyses conducted in the plant pathology laboratory (a) and main crops analyzed during the period 2013-2025 (b).

Actualmente, el eje de transferencia se desarrolla con el proyecto "Coordinación y Escalamiento de Tecnología Agroalimentaria" liderado por Kansas State University, orientado a identificar a actores claves y articular programas de formación en tecnologías agroalimentarias en el Parque Tecnológico de Campus Altiplano de la UVG. Incluye capacitación técnica a través de una Escuela de Campo con módulos demostrativas y parcelas con productores líderes, programas de emprendimiento con asistencias técnicas participativas y espacios de co-creación para abordar cadenas emergentes, bioinsumos y modelos comunitarios de productos y procesamiento. Asimismo, impulsa programas de educación continua en temas como el agroecoturismo comunitario.

Servicios

Patología vegetal. El laboratorio de patología vegetal fue promovido y coordinado inicialmente por la investigadora Margarita Palmieri desde los inicios del centro de estudios agrícolas. Entre 2013 y 2018 predominaron los análisis diagnósticos de bacterias fitopatógenas (Figura 2a), especialmente *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm). A partir de 2019 aumentaron los análisis de hongos y virus, con un pico en 2022 con muestras procesadas para la detección de *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (Fig. 2a). Estas tendencias reflejan cambios en la demanda de servicios

diagnósticos más que en la incidencia real de estos patógenos. Se han analizado más de 100 especies vegetales de interés agrícola y ornamental, con predominio del tomate, seguido por chiles, y variaciones en otras especies según prioridades de investigación y problemas fitosanitarios (Fig. 2b).

Entomología aplicada. Las principales actividades del laboratorio incluyen la identificación de insectos y ácaros asociados a daños en cultivos (Fig. 3a), destacando los géneros *Frankliniella* (Thysanoptera) y *Tetranychus* (Trombidiformes) como los más frecuentes (Fig. 3b). Además, el laboratorio verificó el estatus fitosanitario de productos de exportación, apoyando la emisión de certificados fitosanitarios y reduciendo riesgos de rechazos de embarques, lo que fortalece la competitividad del sector.

Alimentos. Desde 2019 predominan los análisis de composición nutricional de materias primas y productos procesados (Fig. 4a), con una creciente diversificación que refleja cambios en la demanda de servicios. La Figura 4b ilustra una mayor diversidad de sectores productivos atendidos, en respuesta a cambios en la oferta de productos agrícolas local y de exportación. Destaca el incremento en análisis de aguacate y sus productos derivados en 2025, coincidiendo con la autorización de exportación de aguacate Hass guatemalteco al mercado estadounidense.

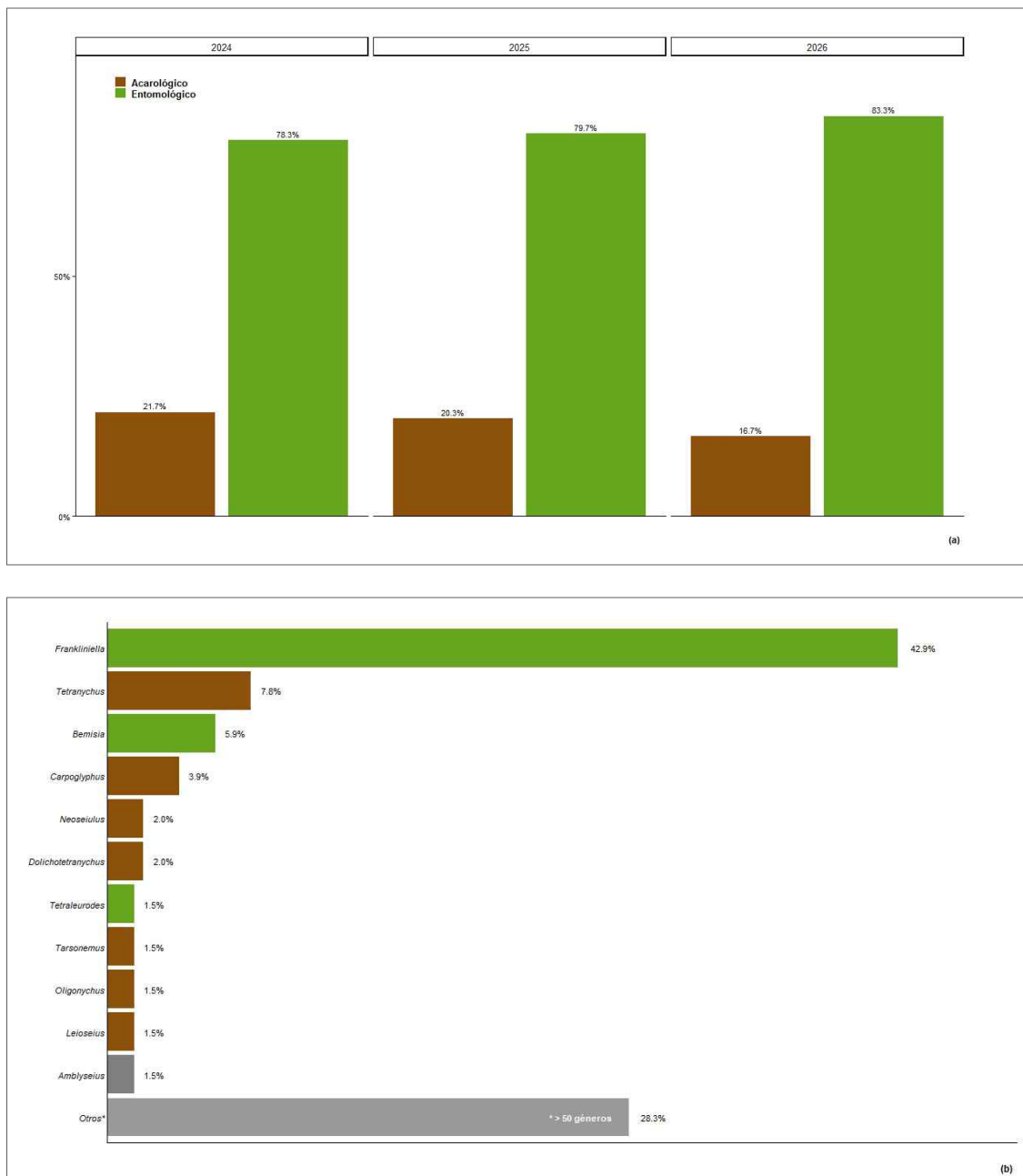


Figura 3. Análisis de artrópodos realizados por el Laboratorio de Entomología Aplicada de la Universidad del Valle de Guatemala (2024-2026) (a) y principales géneros encontrados (b).

Figure 3. Arthropod analyses conducted by the Applied Entomology Laboratory at Universidad del Valle de Guatemala (2024-2026) (a) and main genera identified (b).

Resumen de aportes I+D+I

Los diferentes proyectos y servicios del área agroalimentaria de UVG han tenido presencia en gran parte del territorio nacional (Fig. 5) y han contribuido a: (1) fortalecer infraestructura y formación de recurso humano en las sedes Campus Sur (Escuintla) y Campus Altiplano (Sololá); (2) impulsar tecnologías como agricultura protegida, riego eficiente y prácticas regenerativas; (3) promover buenas prácticas de pre y

postcosecha, uso de agrobiodiversidad y desarrollo de alimentos nutritivos; (4) apoyar la organización productiva, agronegocios y exportaciones; (5) fortalecer la capacitación técnica bajo modelos participativos; (6) revalorizar cultivos como la chaya y el frijol tépari para la seguridad alimentaria, especialmente en el corredor seco de Guatemala; (7) ofrecer servicios especializados de diagnóstico; y (8) generar evidencia y enfoques económicos para la toma de decisiones y la transferencia de tecnología.

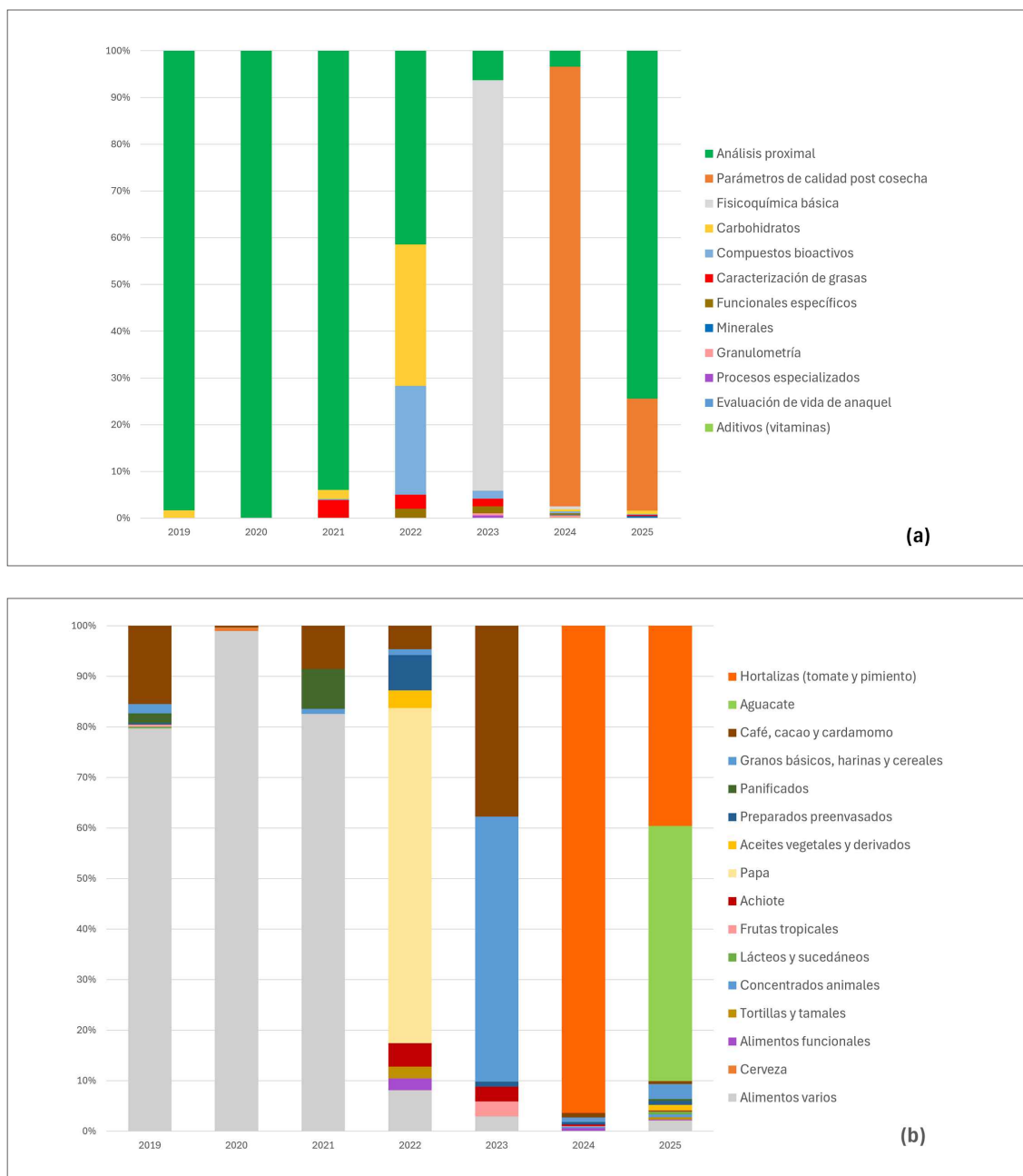


Figura 4. Principales análisis (a) y alimentos analizados (b) por el "Programa de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos" de la Universidad del Valle de Guatemala entre 2019 y 2025.

Figure 4. Main analyses (a) and foods analyzed (b) by the "Program in Food Science and Technology Studies" at Universidad del Valle de Guatemala between 2019 and 2025.

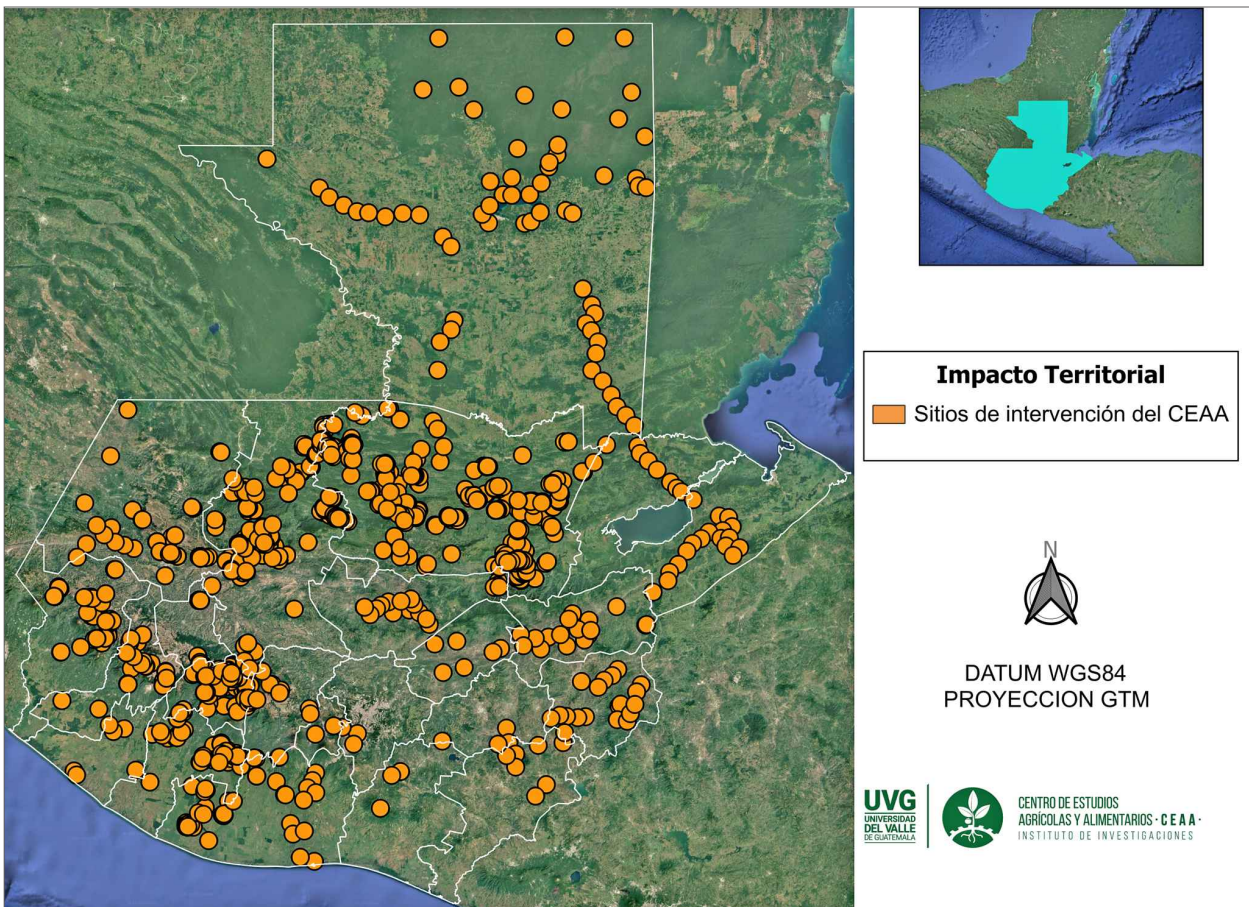


Figura 5. Ilustración del territorio de acción de proyectos agroalimentarios en Guatemala del Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios (CEAA) en los últimos 30 años.

Figure 5. Illustration of the geographic scope of agri-food projects in Guatemala carried out by the Center for Agricultural and Food Studies (CEAA) over the past 30 years.

Visión a futuro

Las experiencias del CEAA muestran que la generación y la transferencia de conocimiento es más efectiva cuando se construye de manera colaborativa con actores locales. Destaca la necesidad de enfoques interdisciplinarios, innovación participativa y vinculación con soluciones concretas, así como la formación de capital humano y el apoyo a emprendimientos rurales para lograr impactos sostenibles. De cara al futuro, el reto será consolidar alianzas estratégicas, ampliar el alcance territorial y fortalecer la transferencia de conocimiento para contribuir a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad agroalimentaria y el desarrollo inclusivo del país.

Guatemala enfrenta una alta variabilidad climática (Patrick *et al.* 2026; Quesada-Román *et al.* 2026), brechas tecnológicas y persistente inseguridad alimentaria y nutricional. Por lo tanto, el fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios requiere un abordaje integral, territorial y basado en evidencia, con soluciones escalables que promuevan la resiliencia productiva, el manejo

sostenible de recursos, el desarrollo económico y entornos nutricionales saludables.

La transición hacia sistemas alimentarios sostenibles implica mejorar el manejo de suelos, promover el uso de bioinsumos, incorporar cultivos resilientes y nutritivos, reducir pérdidas post-cosecha, impulsar la economía circular y agrícola, desarrollar alimentos saludables, nutritivos y culturalmente pertinentes que aprovechen la biodiversidad local. En este contexto, el CEAA está llamado a consolidarse como un articulador clave del ecosistema de innovación agroalimentario, actuando como puente entre la investigación científica, las políticas públicas y el sector productivo. Para ello, debe impulsar modelos de investigación aplicada con impacto medible, enfocado en la co-creación de soluciones y en un enfoque interdisciplinario de sistemas alimentarios.

Asumir este rol implica fortalecer la investigación aplicada y ampliar la transferencia de tecnología para lograr una adopción eficiente y sostenida e inclusiva, que permita el fortalecimiento

de las capacidades locales. El CEEA se compromete a continuar formando talento especializado, brindar apoyo a la agricultura familiar y a la industria agroalimentaria para el consumo local y para la exportación, así como a impulsar programas de acompañamiento a emprendedores rurales, contribuyendo a una transformación tecnológica, sostenible e inclusiva del sector agroalimentario de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a (1) los donantes nacionales e internacionales que hicieron posible la implementación de las iniciativas I+D+I; (2) los profesionales que, en su momento, coordinaron las unidades que conforman el CEEA; Manuel Antonio Porres Arreaga (†) Entomología Aplicada, Igor Trujillo Mayol (†) Alimentos, y Margarita Palmieri y Ana Lucía Dubón en Protección Vegetal; (3) los investigadores, técnicos de laboratorio y de campo por su valioso aporte en la ejecución de los proyectos; y (4) los productores y asociaciones de productores que facilitaron el acceso y uso de sus campos de cultivo para la realización de los estudios.

REFERENCIAS

- Aguilar Valenzuela, B. J., Salinas, M. V., Paz Pierri, A. A. & Puppo, M. C. (2025). Innovative use of cocoa by-products in bread making: Technological variables and nutritional potential for improved bread quality. Workshop in R&D+ i & International Workshop on STEM of EPS: 451-466. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-99987-1_46].
- Cifuentes, R., de León, R., Porres, C. & Rolz, C. (2013). Windrow composting of waste sugar cane and press mud mixtures. *Sugar Tech* 15(4): 406-411.
- Detlefsen, G. & Villanueva, C. (2016). *Manual de Escuelas de Campo (ECA) para facilitar el proceso de capacitación participativa de las familias rurales del Altiplano Occidental de Guatemala*. Turrialba, C.R: CATIE. [<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8414>]. Accesado: 11 de mayo 2026.
- FAO, Unión Europea & CIRAD. 2022. *Perfil de sistemas alimentarios: Guatemala. Catalizar la transformación sostenible e inclusiva de nuestros sistemas alimentarios*. Roma, Bruselas y Montpellier, Francia. [<https://www.fao.org/3/cc2671es/cc2671es.pdf>]. Accesado: 30 de abril 2026.
- Fogel, R., Benítez, J. A., Enciso, M. A., Paredes, R., Pereira, H., Valdez, S., Recalde, L. & Aguilar, J. (2017). *La transferencia de tecnología orientada a la Agricultura Familiar Campesina*. Asunción, Paraguay: CERI. [<https://hugopereiracardozo.org/wp-content/uploads/2022/08/27.12.17-Libro-Transferencia-de-Tecnologias.pdf>]. Accesado: 11 de mayo 2026.
- Gutiérrez de Díaz, N., Corado, V., Amaya, N. & Rosal, A. (2018). *Marketing prospects of tepary bean (Phaseolus acutifolius) in Guatemala through an analysis of common bean value chain* [Policy brief]. Bioversity International & Universidad del Valle de Guatemala. [<https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/93b038df-0d83-4ad5-9e83-f4a50391143d/content>]. Accesado: 11 de mayo 2026.
- Holt-Giménez, E. (2008). *Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica movimiento campesino a campesino para la agricultura sustentable*. Managua, Nicaragua: SIMAS.
- Kitinjoja, L. & Wheeler, L. (2014). *Preliminary report on postharvest technology design, technology set-up and capacity building activities in Tanzania, Ghana, Honduras, Guatemala and Thailand: Evaluating small-scale postharvest cooling and drying technologies in various climates*. World Food Logistics Organization (WFLO) [https://horticulture.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/WFLO%20Lizanne%20Wheeler%20Drying%20and%20Cooling%20Technologies%20Prelim%20REPORT%20%28002%29.pdf]. Accesado: 30 de abril 2026.
- Landini, F. (2016). Concepción de extensión rural en 10 países latinoamericanos. *Andamios* 13(30): 211-236.
- MacVean, Ch., Pérez, R. & Morales, H. (1993). Impacto ecológico de cultivos hortícolas no-tradicionales en el altiplano de Guatemala. *Revista Universidad del Valle de Guatemala* 3: 14-22.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2013). *Metodología campesino a campesino: Su aplicación en el Sistema Nacional de Extensión Rural*. Guatemala. [<https://www.maga.gob.gt/download/metodo-campesino.pdf>]. Accesado: 30 de abril 2026.
- Morales, H., Palmieri, M. & Dix, M. (1996). Mal de Viñas del café: ¿biótico o abiótico? *Ceiba* 37(2): 281-290.
- Patrick, E., Girón-Palacios, F. A. & Potts, M. D. (2026). Social-ecological drought and smallholder vulnerability in the Central American dry corridor. *Ecology and Society* 31(1): 23. [<https://doi.org/10.5751/ES-16880-310123>].
- Pérez, R., Méndez, A. & MacVean, Ch. (1997). La mosca que frena las exportaciones hortícolas del altiplano de Guatemala. *Revista Universidad del Valle de Guatemala* 7: 10-16.
- Quesada-Román, A., Calvo-Solano, O. D., Cruz-García, D., Castellanos, E. J., Ley, D. & Vásquez, O. J. (2026). Unveiling historical data and socioeconomic drivers of disaster risk at national and municipal levels in Guatemala. *Discover Hazards* 2: 7. [<https://doi.org/10.1007/s44475-026-00015-6>].
- Rolz, C., R. de León, A. L. Mendizábal & R. Cifuentes. (2014). Ethanol from sweet sorghum year-round production cycle. *Biomass Conversion and Biorefinery* 4: 341-350.
- Rosal Martínez, A. I., García Echeverría, L. E., Alonzo Flores, I. & Cifuentes Velásquez, R. (2021). *Entornos alimentarios en Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala; Rikolto.
- World Bank. (2025). Food cold chain enhancements in Guatemala. (Perego, V. M. E., Lizana, F., & Millán, M. F.). ESMAP Paper, World Bank, Washington, DC, USA. [<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/71450b82-686d-473e-8241-f864de215798/content>]. Accesado: 14 de abril 2026.