ARTÍCULO CIENTÍFICO

Rivar
REVISTA IBEROAMERICANA DE VITICULTURA, AGROINDUSTRIA Y RURALIDAD

Editada por el Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Santiago de Chile

SEGURIDAD ALIMENTARIA EN TIEMPOS DE CRISIS: EL CASO ZARZAL, EN VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Food security in times of crisis: The case of Zarzal, in Valle del Cauca, Colombia
Segurança alimentar em tempos de crise: O caso de Zarzal, Valle del Cauca, Colômbia

Libardo Castañeda Flórez
Universidad del Valle
Tuluá, Colombia
ORCID 0000-0003-0157-1123
libardo.castaneda@correounivalle.edu.co

Leonardo Nieto Anillo
Universidad del Valle
Zarzal, Colombia
ORCID 0009-0000-5747-3448
leonardo.nieto@correounivalle.edu.co

Diego Fernando Castro Vargas
Universidad del Valle
Caicedonia, Colombia
ORCID 0009-0001-2229-9563
castro.diego@correounivalle.edu.co

Volumen 13, número 41, 255-274, octubre 2026
ISSN 0719-4994

Artículo de investigación
https://doi.org/10.35588/zvg0hx10

Recibido
18 de noviembre de 2025

Aceptado
30 de abril de 2026

Publicado
13 de noviembre de 2026

Financiamiento
Esta investigación es producto de una convocatoria interna de la Vicerrectoría de Investigaciones (VRI) de la Universidad del Valle, Colombia, periodo 2020-2026, titulada «Implementación de un sistema de producción agroalimentaria sostenible en el municipio de Zarzal Valle del Cauca como alternativa de seguridad alimentaria en el contexto del Covid-19». El proyecto está radicado en el SICOP con el número CI 9057.

Cómo citar
Castañeda Flórez, L., Nieto Anillo, L. y Fernando Castro Vargas, D.. (2026). Seguridad alimentaria en tiempos de crisis: El caso Zarzal, en Valle del Cauca, Colombia. *RIVAR, 13*(41), 255-274.
https://doi.org/10.35588/zvg0hx10

ABSTRACT
This study evaluates the implementation of a sustainable agri-food production system in Zarzal, Valle del Cauca, Colombia, as a strategy to improve food security for low-income families in the context of health crises. A participatory action research study with a quasi-experimental design was conducted between 2020 and 2021. For that, twenty families from socioeconomic strata 1 and 2 were selected and trained using a theoretical-practical approach in the creation and management of sustainable urban gardens. Twenty-one gardens were established across urban and rural areas of the municipality, producing twelve plant species. The process included selecting species based on agroclimatic adaptation and short- to medium-length harvest cycles, planting in mixed cropping systems, organic fertilization management, and plant protection using biological inputs. The exclusively organic and biological plant protection practices ensured the safety of the harvested products. The results show that the initiative contributed to strengthening food security for families and promoted the development of sustainable food production practices.

KEYWORDS
Urban gardens, food security, sustainable development, training, alternative agriculture.

RESUMEN
Este estudio evalúa la implementación de un sistema de producción agroalimentario sostenible en Zarzal, Valle del Cauca, Colombia, como estrategia para mejorar la seguridad alimentaria de familias de bajos recursos en contextos de crisis sanitarias. Para ello, se desarrolló un estudio de investigación-acción participativa con enfoque cuasi-experimental, implementado entre 2020 y 2021. Se seleccionaron veinte familias de estratos socioeconómicos 1 y 2, capacitadas mediante un enfoque teórico-práctico en creación y manejo de huertos urbanos sostenibles, y se establecieron 21 huertos distribuidos en zonas urbanas y rurales del municipio que produjeron doce especies vegetales. El proceso incluyó selección de especies según adaptación agroclimática y ciclos de cosecha cortos y medios, siembra en sistemas asociados, manejo orgánico de fertilización y control fitosanitario con insumos biológicos. El manejo fitosanitario exclusivamente orgánico y biológico garantizó la inocuidad de los productos cosechados. Los resultados evidencian que la iniciativa contribuyó al fortalecimiento de la seguridad alimentaria de las familias y fomentó el desarrollo de prácticas sostenibles de producción alimentaria.

PALABRAS CLAVE
Huertos urbanos, seguridad alimentaria, desarrollo sostenible, capacitación, agricultura alternativa.

RESUMO
Este estudo avalia a implementação de um sistema de produção agroalimentar sustentável em Zarzal, Valle del Cauca, Colômbia, como estratégia para melhorar a segurança alimentar de famílias de baixos rendimentos em contextos de crise sanitária. Para isso, foi desenvolvido um estudo de investigação-ação participativa com enfoque quase-experimental, implementado entre 2020 e 2021. Foram selecionadas vinte famílias dos estratos socioeconómicos 1 e 2, que receberam formação através de uma abordagem teórico-prática sobre a criação e gestão de hortas urbanas sustentáveis. Foram criadas vinte e um hortas distribuídas por zonas urbanas e rurais do município, que produziram doze espécies vegetais. O processo incluiu a seleção de espécies com base na adaptação agroclimática e em ciclos de colheita curtos e médios, o plantio em sistemas associados, a gestão orgânica da fertilização e o controlo fitossanitário com insumos biológicos. A gestão fitossanitária exclusivamente orgânica e biológica garantiu a inocuidade dos produtos colhidos. Os resultados evidenciam que a iniciativa contribuiu para o reforço da segurança alimentar das famílias e promoveu o desenvolvimento de práticas sustentáveis de produção alimentar.

PALAVRAS-CHAVE
Hortas urbanas, segurança alimentar, desenvolvimento sustentável, capacitação, agrícolas alternativas.

Introducción

El sistema agroalimentario vigente enfrenta desafíos críticos que comprometen la seguridad alimentaria mundial. En 2023, la población global alcanzó 8.000 millones de personas, proyectándose un crecimiento del 25% para 2059 (United Nations, 2022). Paralelamente, el hambre afecta al 9,2% de la población mundial (Mekouar, 2023), mientras que las dietas son nutricionalmente insuficientes para un alto porcentaje de la población (Fathelrahman et al., 2022). La producción de alimentos bajo el sistema moderno consume altos porcentajes de tierra y agua (FAOSTAT, 2024), provoca pérdida de biodiversidad, deforestación, contaminación de cuerpos de agua y deterioro de la calidad del suelo (Bulut y Gökalp, 2022).

Los huertos urbanos son áreas productivas a pequeña escala destinadas al cultivo de autoconsumo en ambientes citadinos. Diversos estudios han documentado sus beneficios: acceso a alimentos suficientes, nutritivos y seguros, independencia de canales de distribución tradicionales, fortalecimiento de servicios ecosistémicos y promoción de la actividad física y el bienestar mental (Mougeot, 2006; Ávila Sánchez, 2019; Hinestroza Obregón et al., 2019). Dichos aportes los posicionan como estrategia viable para enfrentar desafíos alimentarios en comunidades vulnerables, especialmente durante crisis sanitarias como las pandemias.

En Colombia, la seguridad alimentaria de familias de bajos recursos se ve comprometida por limitaciones económicas y dependencia de mercados externos. El municipio de Zarzal, Valle del Cauca, no es ajeno a esta problemática, evidenciando la necesidad de implementar estrategias locales que fortalezcan la autonomía alimentaria. A pesar de la relevancia de los huertos urbanos, existe un vacío en la documentación de experiencias que integren capacitación técnica, producción diversificada y evaluación de impacto en contextos rurales y urbanos colombianos.

El objetivo del presente estudio fue implementar un sistema de producción agroalimentario sostenible como alternativa de seguridad alimentaria en el contexto de crisis sanitarias en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca, Colombia.

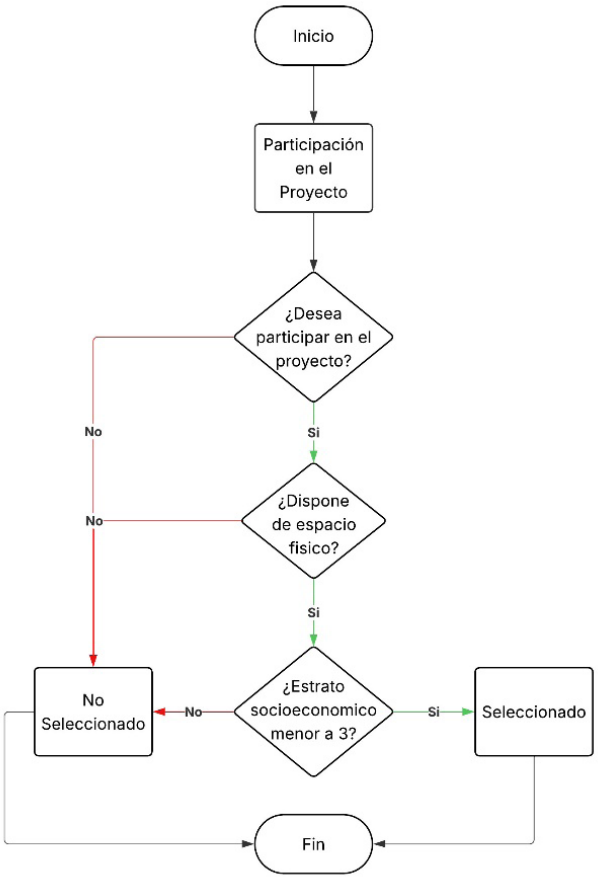
Métodos

Diseño del estudio y población

Se desarrolló un estudio de investigación-acción participativa con enfoque cuasi-experimental, implementado entre 2020 y 2021 (Hernández Sampieri et al., 2006). Las familias participantes fueron seleccionadas mediante convocatoria abierta, donde los interesados se postularon a través de un formulario que evaluó motivaciones, estrato socioeconómico, disponibilidad de espacio para cultivo e ingresos. Esta información permitió crear una base de datos para la selección final de veinte familias de estratos socioeconómicos 1 y 2 (Figura 1).

CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Figura 1. Esquema de selección para participar en el proyecto
Figure 1. Selection scheme to participate in the Project



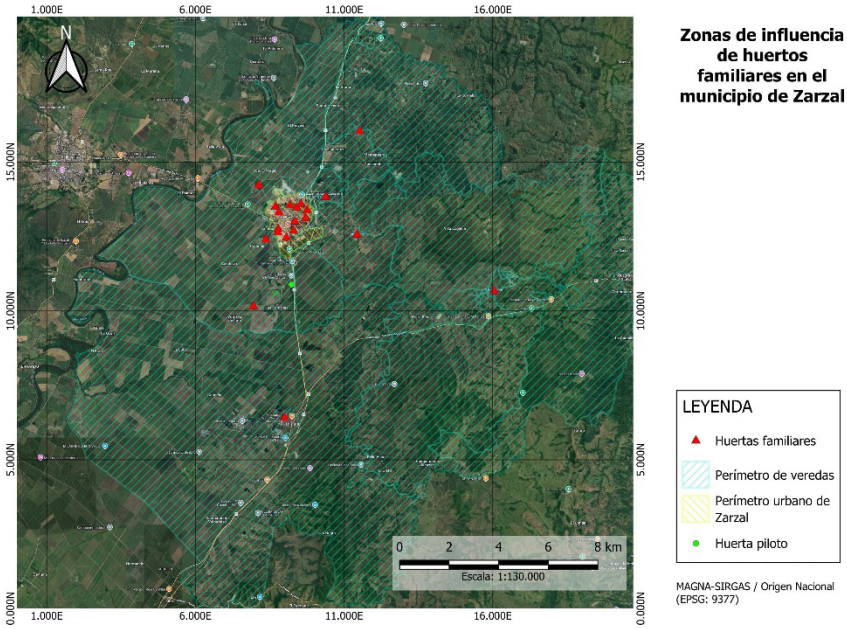
Nota: El diagrama muestra el proceso de tres etapas para la selección de familias participantes: (1) interés en participar, (2) disponibilidad de espacio físico, y (3) estrato socioeconómico ≤ 2. Fuente: elaboración propia. The diagram illustrates the three-step process for selecting participating families: (1) interest in participating, (2) availability of physical space, and (3) socioeconomic status ≤ 2. Source: own elaboration.

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Zarzal, Valle del Cauca, ubicado a 04°37'113''N - 76°7'77''W, a 916 m.s.n.m., con temperatura promedio de 28°C, humedad relativa de 72% y precipitación promedio de 1118 mm/año. La parcela seleccionada para el establecimiento del huerto piloto se ubicó en el Campus Las Balsas de la Universidad del Valle, Sede Zarzal. Los huertos de las familias participantes se distribuyeron en zonas rurales y urbanas del municipio, incluyendo barrios como La Delfina, Libraida, El Nevado, La Esperanza, El Quindío, Villa Isabela, Gonzalo Echeverry, Los Lagos, Balbanera, San Rafael, Bolívar, El Guamal, Zarzalito y Los Almendros; corre-

gimientos como Limones y Vallejuelos y la vereda Alizal. La Figura 2 presenta la distribución espacial de los huertos familiares, delimitación del perímetro urbano, veredas y ubicación del huerto piloto y familiares.

Figura 2. Distribución espacial de huertos y delimitación territorial
Figure 2. Spatial distribution of orchards and territorial boundaries



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Programa de capacitación

Se implementó un programa de capacitación integral que abordó: identificación de microorganismos patógenos (hongos, bacterias y virus), riesgos de químicos sintéticos en alimentos, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), manejo integrado de suelos y agua, sistemas básicos de riego, control integrado de plagas y enfermedades, elaboración de biopreparados, determinación de NPK en suelos, mantenimiento de lombricultura y generación de humus líquido y sólido. Se desarrollaron documentos didácticos y se realizó capacitación práctica en laboratorio para análisis cualitativo de suelos mediante métodos colorimétricos. Las capacitaciones se realizaron tanto en el huerto piloto como en los huertos de cada familia.

Establecimiento de huertos

Selección de especies: Se utilizaron variedades de semillas certificadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Los criterios de selección fueron: (1) adaptación a condiciones agroclimáticas de Zarzal (rango altitudinal, temperatura y requerimientos hídricos), (2) tiempo de aprovechamiento o cosecha (especies de

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

cosecha semestral o inferior), y (3) especies con diferentes usos (alimenticios, medicinales, condimentarios). Estos criterios se encuentran alineados con las recomendaciones metodológicas descritas por la FAO en el manual *A Vegetable Garden for All* (FAO, 2023). Las especies seleccionadas incluyeron: maíz (*Zea mays*), frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*), pimentón (*Capsicum annuum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), cebolla de bulbo (*Allium cepa*), cebollín (*Allium fistulosum*), cilantro (*Coriandrum sativum*), albahaca (*Ocimum basilicum*), caléndula (*Calendula officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*), menta (*Mentha* spp.) y lechuga (*Lactuca sativa*).

Adecuación del suelo: Se realizó deshierbe mecánico utilizando una desmalezadora (marca Sthil - modelo Des-520 - 52 Cm^3, con motor de 2 tiempos). Posteriormente, se empleó el método del tacto para la caracterización textural del suelo conforme al *Soil Survey Manual* (United Nations, 2022). La prueba reveló la presencia de capas superficiales endurecidas, características de suelos arcillosos, lo cual justificó la necesidad de remoción mecánica profunda. Se preparó el área de cultivo empleando un motocultor de 15 hp de potencia, con el fin de modificar la estructura del suelo y facilitar las condiciones de siembra, asegurando una profundidad efectiva de 0 a 30 cm y una mejor infiltración del agua.

Siembra y espaciamiento: Las especies resistentes (maíz, frijol, cilantro) se sembraron por siembra directa, mientras que las sensibles (albahaca, caléndula, cebolla de bulbo, cebollín, menta, orégano, pimentón, tomate) se plantularon en bandejas de germinación de 78 alvéolos con turba comercial marca KLASMANN. El riego se realizó de manera manual mediante regaderas con capacidad para 4 litros de agua con una periodicidad de dos veces por día durante los primeros 30 días y cada dos días del primer mes hasta realizar la siembra en sitio definitivo. Se seleccionaron las plantas que tuvieran mejor vigor (apariencia física, mejor desarrollo radicular y sanidad vegetal).

El sistema de siembra empleado correspondió a cultivos asociados, con el propósito de aprovechar los procesos naturales de alelopatía entre las especies establecidas. Al momento de la siembra se agregaron 100 gramos de micorriza comercial marca SAFER soil y Trichobiol comercial. Previamente se había incorporado abono orgánico marca Abonissa en una relación de 1,5 kg/m^2. Al momento de la emergencia o el trasplante se puso entre las calles cascarilla de arroz como estrategia de control físico para el crecimiento de arvenses y aporte de silicio.

El tipo de siembra para todos los cultivos fue en surco sencillo. Para frijol arbustivo y maíz, el distanciamiento entre plantas y entre surcos fue respectivamente de 0,3 m y 0,5 m. Para menta y orégano se definieron 0,2 m tanto entre plantas como entre surcos. Para pimentón y tomate, 0,4 m entre plantas y 0,7 m entre surcos. Para albahaca, 0,3 m entre plantas y 0,6 m entre surcos. Para caléndula, 0,2 m entre plantas y 0,6 m entre surcos. Para cebolla de bulbo, 0,3 m entre plantas y 0,7 m entre surcos. Para cilantro se determinó una densidad de siembra de 1 kg/m^2.

CC BY

Para la obtención de la cantidad de plantas a establecer y determinar el número de plantas por área, se usó la ecuación 1:

$$\text{Número de plantas} = \frac{\text{Área (m2)}}{\text{Distancia de surcos (m)} x \textit{ Distancia entre plantas (m)}} \quad (1)$$

Fertilización: Se aplicó fertilización mixta priorizando fuentes orgánicas sobre síntesis química en tres de cuatro aplicaciones, según etapa vegetativa. Los productos utilizados fueron: Abonissa (orgánico: 2,2% N, 5,64% P_2O_5, 3,98% K_2O), Triple 15 (químico: 15% NH_4^+, 15% P_2O_5, 15% K_2O) y Actiplant (mixto: fertilizante foliar con nitrógeno amoniacal, orgánico y ureico, más aminoácidos libres). En la preparación del terreno se aplicó Abonissa a todas las especies (1,5 kg/m^2) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Productos usados para el mantenimiento de los huertos
Table 1. Products used for garden maintenance

Nombre del producto	Presentación	Composición	Tipo
Abonissa	Bulto 50 Kg-textura media	2,2% de N	Orgánico
		5,64% P2O5	
		3,98% K2O	
		13,1% CaO	
		1,75% MgO	
		25,2% Carbono orgánico oxidable	
		12,0 relación C/N	
		27,2% Cenizas	
		20% Humedad máxima	
		7,29 pH	
Triple 15	Bulto 50 Kg-granulado-mezcla física	15% NH+4	Químico
		15% P2O5	
		15% K2O	
Acti-Plant	Fertilizante foliar/litro	30 g/L Nitrógeno amoniacal	Mixto
		60 g/L Nitrógeno orgánico	
		80 g/L Nitrógeno ureico	
		60 g/L K2O	
		160 g/L Carbono orgánico oxidable	
		160 g/L Aminoácidos libres	
		pH 6,71	

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

CC BY

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Durante el desarrollo vegetativo, maíz, frijol, pimentón, tomate y albahaca recibieron Triple 15 (4 g/planta), cilantro recibió Actiplant (40 cm^3/8 l de agua) y el resto de especies Triple 15 (2 g/planta). Durante floración, las especies principales recibieron Abonissa (100 g/planta), cilantro Actiplant y el resto Abonissa (2 kg/m^2). Durante llenado de fruto se repitió el esquema de floración (ver Tabla 2).

Tabla 2. Manejo nutricional de las especies cultivadas
Table 2. Nutritional management of cultivated species

Especies vegetales	Momento de aplicación	Fertilizante	Tipo	Cantidad	Aporte
Todas	Preparación del terreno	Abonisa	Orgánico	1,5 kg/m2	Nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores
Maíz, frijol, pimentón, tomate y albahaca	Desarrollo vegetativo	Triple 15	Síntesis química	4 g/planta	Nitrógeno, fósforo y potasio
Cilantro		Actiplant-líquido	Mixto	40 cm3/8 l de agua	Nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores
Resto de especies		Triple 15	Síntesis química	2 g/planta	Nitrógeno, fósforo y potasio
Maíz, frijol, pimentón, tomate y albahaca	Floración	Abonisa	Orgánico	100 g/ planta	Nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores
Cilantro		Actiplant-líquido	Mixto	40 cm3/8 l de agua	Nitrógeno, fósforo potasio y elementos menores
Resto de especies		Abonisa	Orgánico	2 kg/m2	Nitrógeno, fósforo potasio y elementos menores
Maíz, Frijol, Pimentón, Tomate y Albahaca	Llenado de fruto o maduración	Abonisa	Orgánico	100 g/ planta	Nitrógeno, fósforo potasio y elementos menores
Cilantro		Actiplant - Líquido	Mixto	40 cm3/8 l de agua	Nitrógeno, fósforo potasio y elementos menores
Resto de especies		Abonisa	Orgánico	2 kg/m2	Nitrógeno, fósforo potasio y elementos menores

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

CC BY

Manejo fitosanitario: El seguimiento a los cultivos se realizó semanalmente, incluyendo monitoreo quincenal al total de las plantas cultivadas en cada huerto familiar, con el objetivo de calcular el porcentaje de incidencia de insectos y patógenos mediante la ecuación 2:

$$\text{Incidencia (\%)} \approx \frac{\textbf{\# huertos monitoreados}}{\text{huertos totales}} \times 100 \quad (2)$$

Se utilizaron exclusivamente productos orgánicos y biológicos: Safermix (1,5 g/L H_2O para control de insectos), Trichobiol (2 g/L H_2O como hongo entomopatógeno), Caldo Bordelés (relación 1:1 como controlador de hongos y ácaros), extracto Ajidol (100 cm^3/10L H_2O como repelente), *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma* sp., biopreparados de ajo, cebolla, ají, tabaco, ortiga y manzanilla, y trampas de color.

Cosecha: La cosecha se realizó de forma manual y secuencial. Los criterios definidos fueron principalmente el estado de madurez fisiológica o madurez de cosecha de cada especie.

Análisis de rendimientos

El rendimiento promedio consideró el cálculo de la producción individual de cada planta cultivada. Se sumó la producción total obtenida (expresada en gramos) y se dividió entre el número total de plantas cosechadas (ver Ecuación 3):

$$\text{Rendimiento (g/planta)} \approx \frac{\textbf{\textsum gramos cosechados}}{\text{Número de plantas cosechadas}} \quad (3)$$

También se calculó rendimiento por unidad de área (Ecuación 4):

$$\text{Rendimiento } (\text{g}/\boldsymbol{m^2}) \approx \frac{\textbf{\textsum gramos cosechados}}{\text{Área cosechada } (\mathbf{m^2})} \quad (4)$$

Resultados

Logística y participación

Se establecieron exitosamente 21 huertos urbanos con participación de 20 familias de estratos socioeconómicos 1 y 2. Se capacitó a un total de 22 personas en la implementación y manejo de huertos urbanos sostenibles. Las familias completaron el programa de capacitación y establecieron sus huertos en ubicaciones distribuidas entre la zona rural y urbana del municipio de Zarzal. Los participantes analizaron muestras de suelos de sus patios, las cuales presentaron buenos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Especies seleccionadas y densidad de siembra

Las once especies vegetales seleccionadas cubrieron un rango altitudinal desde 0 hasta 3200 m.s.n.m., asegurando su viabilidad en la zona urbana y rural del municipio de Zarzal (altitud promedio 965 m.s.n.m.). En cuanto al tiempo para la cosecha, se priorizaron especies de ciclo corto y medio. El cilantro puede aprovecharse desde las cuatro semanas, mientras que especies como el cebollín y el frijol arbustivo requieren cerca de cinco meses. Las especies se agruparon en tres categorías según su uso: alimenticias (maíz, tomate, frijol arbustivo, pimentón, cebolla de bulbo), condimentarias (cilantro, albahaca, cebollín, orégano) y medicinales (caléndula, menta). Algunas especies cumplen más de una función, como el orégano, que puede usarse tanto con fines culinarios como medicinales (ver Tabla 3).

Tabla 3. Especies seleccionadas para establecimiento en huertos
Table 3. Species selected for establishment in orchards

Nombre común	**Nombre científico**	**Rango de adaptación (m.s.n.m)***	**Tiempo para cosecha**	**Uso**
Albahaca	*Ocimun basilicum*	0-2600	6-7 Semanas dt**	Condimentario y medicinal
Caléndula	*Calendula officinalis*	0-1000	4-5 meses	Medicinal
Cebolla de bulbo	*Allium cepa*	0-3200	4-6 Semanas dt**	Alimenticio y condimentario
Cilantro	*Coriandum sativum*	800-2000	4 semanas ds***	Condimentario y alimenticio
Cebollín	*Allium fistulosum*	1000-3000	5 meses primera cosecha	Condimentario
Frijol arbustivo	*Phaeolus vulgaris*	800-2000	90 días	Alimenticio
Maíz	*Zea mays*	0-3000	150 días	Alimenticio
Menta	*Mentha spp.*	1000-2800	6-12 semanas dt**	Condimentario y medicinal
Orégano	*Origanum vulgare*	0-2600	6 semanas dt**	Condimentario y medicinal
Pimentón	*Capsicum annuum*	500-1800	90-120 días	Alimenticio, condimentario
Tomate	*Solanum lycopersicum*	800-1500	70-100 días dt**	Alimenticio

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

La densidad de siembra mínima para huertos familiares fue: albahaca (6 plantas), caléndula (8), lechuga (5), frijol (12), maíz (8), pimentón (4), tomate (4), y 100 gramos de semilla de especies de tamaño pequeño (cebolla de bulbo, cebollín, cilantro, menta, orégano). El huerto piloto estableció 64 plantas y 100 gramos de semilla de tamaño pequeño (ver Tabla 4).

Tabla 4. Densidad de siembra mínima para huerto piloto y huertos familiares
Table 4. Minimum planting density for pilot gardens and family gardens

Especie	Densidad de siembra en huerto piloto	Densidad de siembra mínima en huertos de familiares
Albahaca	6	6
Caléndula	6	8
Lechuga	0	5*
Frijol	20	12
Maíz	20	8
Pimentón	6	4
Tomate	6	4
Cebolla de Bulbo	30 gramos de semilla/m2	
Cebolla de Rama	30 gramos de semilla/m2	
Cilantro	30 gramos de semilla/m2	
Menta	5 gramos de semilla/m2	
Orégano	5 gramos de semilla/m2	
Total	64 plantas y 100 gramos de semilla de tamaño pequeño	47 plantas y 100 gramos de semilla de tamaño pequeño

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Asociación de cultivos

El sistema de cultivos asociados implementó diversas funciones agroecológicas (Tabla 5). La asociación maíz-frijol permitió repeler insectos, suministro y fijación de nitrógeno al suelo, y soporte del maíz al cultivo de frijol (Dangia et al., 2021). La caléndula y albahaca funcionaron como atrayentes de insectos considerados plaga cuando se asociaron con menta, tomate y pimentón. La caléndula también actuó como repelente de nematodos en la zona radicular de las plantas de tomate y pimentón (Cruz-López et al., 2024; Choudhary y Mishra, 2024).

Tabla 5. Funcionalidad del asocio de cultivos
Table 5. Functionality of crop association

Especies asociadas	Intencionalidad
Maíz y frijol	Repeler insectos, suministro y fijación de N al suelo, soporte de maíz al cultivo de frijol
Caléndula, albahaca, menta, tomate y pimentón	Atrayente de insectos considerados plaga (caléndula y albahaca)
Caléndula, albahaca y pimentón	La caléndula funciona como repelente de nematodos en la zona radicular de tomate y pimentón

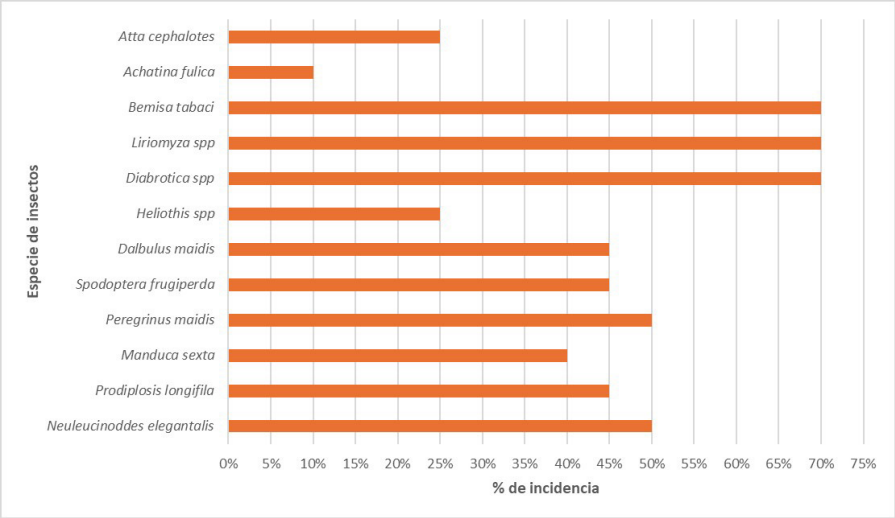
Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Incidencia de plagas y manejo fitosanitario

Se identificaron doce especies de insectos que interactúan con las especies establecidas, generando afectaciones leves a severas (Figura 3). Los insectos con mayor incidencia fueron: *Bemisia tabaci* (mosca blanca, presente en más del 40% de los huertos), *Dalbulus maidis* y *Peregrinus maidis* (cigarras de maíz, presentes en aproximadamente 35% de los huertos), *Liriomyza* spp. (minador de hoja), *Neoleucinodes elegantalis* (pasador de fruto en tomate) y *Helicoverpa zea* (perforador de vainas). Estos insectos transmiten virus, afectan directamente la parte consumible o dañan estructuras de la planta, reduciendo la producción.

Figura 3. Incidencia de insectos en policultivos de huertos
Figure 3. Insect incidence in garden polycultures



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Se registraron patógenos como *Cercospora ocimicola* (mancha de hoja), *Phytophthora infestans* (pudrición de raíz), *Puccinia* sp. (roya común), complejo mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis*, *Coniothyrium phyllachorae*), *Colletotrichum* sp. (antracnosis), *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* y *Thanatephorus cucumeris-Rhizoctonia solani* (mustia hilachosa). Las estrategias de control se basaron principalmente en tácticas culturales (trampas de color, monitoreos), orgánicas (caldo bordelés, caldo sulfocálcico, biopreparados de ajo, cebolla, ortiga, ají, manzanilla) y biológicas (*Trichoderma* sp., *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Lecanicillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*). No se utilizaron insecticidas ni fungicidas de síntesis química (Tabla 6).

Tabla 6. Estrategias de regulación de insectos y patógenos
Table 6. Insect and pathogen control strategies

Nombre común	Nombre científico	Tipo de organismo	Estrategia de control	Tipo
Mancha de hoja	*Cercospora ocimicola*	Hongo	Caldo bordelés y caldo sulfo-cálcico	Orgánico
			Biopreparado de ajo y cebolla	
Pudrición de raíz	*Phytophtora infestans*	Oomiceto	Caldo bordelés y caldo sulfo-cálcico	Orgánico
			Biopreparado de ajo y cebolla	
Roya común	*Puccinia* sp	Hongo	Biopreparados de ortiga, ajo, ají, cebolla y manzanilla; caldo bordelés	Orgánico
Complejo mancha de asfalto	*Phyllachora maydis, Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*			
Antracnosis	*Colletotrichum* sp		Caldo bordelés, caldo sulfo-cálcico y azufre	Orgánico
			Biopreparado de ajo y cebolla	
Alternaria	*Alternaria* sp		*Trichoderma* sp	Orgánico
			Caldo bordelés y caldo sulfo-cálcico	
			Biopreparados de ortiga, ajo y cebolla	
Fusarium	*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*		*Trichoderma* sp	Orgánico
			Caldo bordelés y caldo sulfo-cálcico	
			Biopreparados de ortiga, ajo y cebolla	
Mustia hilachosa	*Thanatephorus cucumeris* y *Rhizoctonia solani*		Caldo bordelés y caldo sulfo-cálcico	Orgánico
			Biopreparados de ortiga, ajo y cebolla	
Mosca blanca	*Bemisia tabaci*	Insecto	Trampas de color	Cultural
			Extracto de tabaco + jabón	Biológico
			Beauveria bassiana y Lecanicillium lecani	Entomopatógeno
Tortuguillas	*Diabrotica* spp y *Cerotoma* spp		Biopreparado de ají y helecho	Biológico
			Beauveria bassiana	Entomopatógeno
Perforador de vainas	*Helicoverpa zea*		Trampas de color	Cultural
			Extracto de tabaco + jabón	Biológico
			Bacillus thuringiensis	Entomopatógeno
Minador de hoja	*Liriomyza* spp		Extracto de tabaco + jabón y biopreparados de ajo y cebolla	Biológico
Cigarra de maíz	*Dalbulus maidi*		*Beauveria bassiana*	Entomopatógeno
			Trampas de color	Cultural
Gusano cogollero	*Spodoptera frugiperda*		Bacillus thuringiensis	Entomopatógeno
			Trampas de color	Cultural
Gusano cornudo	*Manduca sexta*		Bacillus thuringiensis	Entomopatógeno
Cogollero del tomate	*Tuta absoluta*		Trampas de color	Cultural
			Bacillus thuringiensis	Entomopatógeno
			Biopreparados de ajenjo, ají y tabaco	Biológico
Pasador de fruto en tomate	*Neoleucinodes elegantalis*		*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*	Entomopatógenos
			Trampas de color	Cultural

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Producción y rendimientos

La producción del huerto piloto registró rendimientos promedio por planta de: albahaca (300 g), caléndula (80 g), frijol (30 g), maíz (200 g), pimentón (534 g) y tomate (382 g). En términos de producción por huerto, se obtuvieron: 1800 g de albahaca, 480 g de caléndula, 1 kg/m^2 de cilantro, 600 g de frijol, 4000 g de maíz, 3204 g de pimentón y 2300 g de tomate (ver Tabla 7).

Tabla 7. Producción huertos
Table 7. Garden production

Especie	Peso por planta	Estimado en huerta	Número de plantas/ huerto	Descripción de producto
Albahaca	300 g	1800 g	6	Hojas y tallos frescos
Caléndula	80 g	480 g	6	Flores
Cilantro		1 kg/m2	1 m2	Hojas y tallos
Frijol	30 g	600 g	20	Grano de frijol
Maiz	200 g	4000 g	20	Maíz en choclo
Pimentón	534 g	3204 g	6	Fruto de pimentón
Tomate	382 g	2300 g	6	Frutos de tomate

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Los rendimientos promedio en huertos familiares se presentan en la Tabla 8. Especies como albahaca (1116,5 g/m^2), cebollín (2588 g/m^2), cilantro (1005 g/m^2) y lechuga (6000 g/m^2) mostraron mayor rendimiento por área comparado con otras investigaciones. El rendimiento de albahaca superó en más de cuatro veces los reportes de FINAGRO (266,2 g/m^2). El cebollín y cilantro superaron los rendimientos reportados por Hinestroza et al. (2019). La lechuga duplicó los rendimientos reportados en ese mismo estudio.

CC BY

Tabla 8. Promedios productivos huertos familiares
Table 8. Average production in family gardens

Especie vegetal	Nombre científico	Promedio producción familias (g/planta)	Rendimiento (g/m^2)	Rendimientos otros huertos (g/m^2)
Albahaca	*Ocimum basilicum*	203	1116,5	266,2 (FINAGRO, 2018).
Caléndula	*Calendula officinalis*	28,5	254,1	No reporta.
Cebolla bulbo	*Allium cepa*	75	937,5	1200 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Cebollín	*Allium fistulosum*	173	2588	2000 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Cilantro	*Coriandrum sativum*	1005 (m^2)	1005	800 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Frijol	*Phaseolus vulgaris*	25	312,5	352 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Maíz	*Zea mays*	198	1580	5810 (Ministerio de Agricultura, 2019).
Pimentón	*Capsicum annuum*	167,5	670	5000 (MinAgricultura, 2019).
Tomate	*Solanum lycopersicum*	300	660	4000 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Lechuga	*Lactuca sativa*	1363	6000	3000 (Hinestroza Obregón et al., 2019).
Menta	*Mentha spicata*	50	200	600 (MinAgricultura, 2019).
Orégano	*Origanum vulgare*	40	200	No reporta.

Nota: los rendimientos del Ministerio de Agricultura corresponden a producciones convencionales. Fuente: elaboración propia con base en datos del proyecto y referencias citadas. Note: The yields from the Ministry of Agriculture correspond to conventional production. Source: own elaboration based on project data and cited references.

Algunos eventos climáticos, como altas precipitaciones, afectaron la producción de vegetales en familias que sufrieron inundación en sus huertos o volcamiento de especies vegetales por fuertes vientos, especialmente en las zonas periféricas del municipio de Zarzal.

Discusión

Hallazgos

Los resultados demuestran que la implementación de huertos urbanos sostenibles mejoró significativamente la seguridad alimentaria de las familias participantes. Los rendimientos obtenidos en especies como albahaca, cebollín, cilantro y lechuga superaron los reportados en otros estudios (Hinestroza Obregón et al., 2019; FINAGRO, 2018), evidenciando la efectividad del enfoque teórico-práctico y el manejo agroecológico implementado. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que documentan los beneficios de los huertos urbanos en la seguridad alimentaria (Mougeot, 2006).

La diversificación de cultivos y la integración de especies alimenticias, condimen-

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

tarias y medicinales permitieron no solo cubrir necesidades nutricionales básicas, sino también recuperar saberes locales relacionados con la salud natural. Esta multifuncionalidad representa un valor agregado significativo que trasciende la mera producción alimentaria.

Factores de éxito

La metodología teórico-práctica fue clave para el éxito del proyecto. La capacitación integral que combinó conocimientos técnicos con aplicación práctica permitió que las familias adquirieran autonomía en el manejo de sus huertos. La selección de especies basada en adaptación agroclimática, ciclos de cosecha cortos y múltiples usos aseguró producción continua y diversificada durante el año.

El sistema de cultivos asociados aprovechó procesos de alelopatía positiva. La asociación maíz-frijol genera mayores rendimientos debido a menor incidencia de plagas y fijación de nitrógeno, como documenta la literatura especializada. La inclusión de especies aromáticas como caléndula y albahaca funcionó como atrayente de insectos benéficos y repelente de patógenos, especialmente nematodos.

El manejo fitosanitario exclusivamente orgánico y biológico garantizó la inocuidad de los productos cosechados. El uso de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*), biopreparados y control cultural mediante trampas de color demostró ser efectivo para regular poblaciones de plagas sin comprometer la salud humana ni el ambiente (Norris et al., 2003).

La fertilización priorizó fuentes orgánicas (Abonissa) sobre síntesis química, promoviendo la activación de microorganismos en el suelo y mejorando la transformación de materia orgánica (Julca-Otiniano et al., 2006). Estudios previos han reportado que el uso de abonos orgánicos incrementa el rendimiento y la calidad nutraceútica de diversos frutos, mejorando además las propiedades fisicoquímicas del suelo (Estrada-Arellano et al., 2022).

Implicaciones en crisis sanitarias

La autosuficiencia alimentaria local demostrada por los huertos urbanos actúa como estrategia de resiliencia frente a interrupciones de la cadena de suministro durante crisis sanitarias. Durante la pandemia de Covid-19, muchas familias enfrentaron dificultades para acceder a alimentos por restricciones de movilidad y aumentos de precios. Los huertos proporcionaron acceso inmediato a alimentos frescos, nutritivos y seguros, reduciendo la dependencia de mercados externos.

Esta experiencia se alinea con la literatura que posiciona los huertos urbanos como herramienta clave para enfrentar desafíos alimentarios en comunidades vulnerables (Mougeot, 2006; Renard y Tilman, 2021). La capacidad de producir alimentos en espacios reducidos, utilizando recursos locales y prácticas sostenibles, represen-

CC BY

ta una alternativa viable para fortalecer la seguridad alimentaria en contextos de crisis.

Contribución a la sostenibilidad

El proyecto contribuyó al desarrollo de prácticas sostenibles de producción alimentaria. La diversificación de cultivos, el manejo integrado de plagas, el uso de fertilizantes orgánicos y la conservación de recursos hídricos representan alternativas al sistema agroalimentario convencional, caracterizado por alta dependencia de insumos químicos y prácticas que deterioran el ambiente (Altieri, 1995).

Los huertos urbanos también fortalecen la provisión de servicios ecosistémicos como regulación de microclima, mejora de la calidad del agua, conservación de biodiversidad vegetal y promoción de la actividad física y el bienestar mental. Estos beneficios múltiples posicionan los huertos como estrategia integral que trasciende de la producción alimentaria.

Limitaciones del estudio

El estudio presenta algunas limitaciones. El tamaño de muestra (veinte familias) y la ausencia de un grupo control limitan la generalización de los resultados. Eventos climáticos como altas precipitaciones afectaron la producción de algunas familias, causando inundación de huertos o volcamiento de especies vegetales, especialmente en zonas periféricas del municipio.

La duración del seguimiento no permitió evaluar la sostenibilidad de la práctica a largo plazo ni analizar el impacto económico (relación costo-beneficio) de la implementación de huertos. Además, no se utilizó una escala validada de seguridad alimentaria (como ELCSA) para cuantificar el impacto de la intervención, limitándose a indicadores de producción y rendimiento.

Recomendaciones

Se recomienda escalar el modelo a otras comunidades vulnerables del Valle del Cauca y del país, incorporando evaluación cuantitativa de seguridad alimentaria mediante escalas validadas. Futuras investigaciones deberían incluir análisis de costo-beneficio, evaluación de impacto nutricional (mediante indicadores antropométricos y de diversidad dietética) y seguimiento a largo plazo para determinar la sostenibilidad de la práctica.

Es fundamental fortalecer la articulación institucional entre universidades, gobiernos locales y organizaciones comunitarias para garantizar continuidad de los programas de capacitación y acompañamiento técnico. La sistematización de experiencias exitosas y la generación de materiales educativos contextualizados facilitarán la réplica del modelo en otros territorios.

CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Conclusiones

La implementación de huertos urbanos sostenibles bajo un enfoque teórico-práctico en el municipio de Zarzal es una estrategia eficaz y replicable para mejorar la seguridad alimentaria de familias de bajos recursos. La diversificación de cultivos, el uso de prácticas agrícolas alternativas (fertilizantes orgánicos, manejo integrado de plagas, cultivos asociados) y la capacitación integral permitieron a las familias producir alimentos nutritivos, inocuos y diversos, fortaleciendo su autonomía productiva y su resiliencia ante crisis sanitarias.

Los rendimientos obtenidos en especies como albahaca, cebollín, cilantro y lechuga superaron los reportados en otros estudios, evidenciando el potencial productivo de los huertos urbanos. El manejo agroecológico garantizó productos libres de residuos químicos y promovió la conservación de recursos naturales, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Este modelo representa una alternativa viable al sistema agroalimentario convencional, demostrando que es posible garantizar el acceso a alimentos limpios incluso ante adversidades. La replicabilidad de la experiencia y su potencial de escalamiento la convierten en una herramienta clave para políticas públicas orientadas a la seguridad alimentaria y la producción sostenible en Colombia y América Latina.

Financiamiento

Esta investigación es producto de una convocatoria interna de la Vicerrectoría de Investigaciones (VRI) de la Universidad del Valle, Colombia, periodo 2020-2026, titulada «Implementación de un sistema de producción agroalimentaria sostenible en el municipio de Zarzal Valle del Cauca como alternativa de seguridad alimentaria en el contexto del Covid-19». El proyecto está radicado en el SICOP con el número CI 9057.

Declaración de autoría (CRediT)

Libardo Castañeda Flórez: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación y redacción – borrador original.

Leonardo Nieto Anillo: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación y redacción – borrador original.

Diego Castro Vargas: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación y redacción – borrador original.

CC BY

Referencias

Altieri, M.A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2.ª ed.). Westview Press. DOI 10.1201/9780429495465

Ávila Sánchez, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*, (98). DOI 10.14350/rig.59785

Bulut, S. y Gökalp, Z. (2022). Agriculture and environment interaction. *Current Trends in Natural Sciences, 11*(21), 372-380. DOI 10.47068/ctns.2022.v11i21.041

Choudhary, K. y Mishra, P. (2024). Disease management approaches to organic farming of chili (*Capsicum annuum* L.) in Rajasthan, India: Implications and challenges. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences, 12*(3), 37-50. DOI 10.18782/2582-2845.9039

Cruz-López, V., Granados-Echegoyen, C. A., Pérez-Pacheco, R., Robles, C., Álvarez-Lopeztello, J., Morales, I., Bastidas-Orrego, L.M., García-Pérez, F., Dorantes-Jiménez, J. y Landero-Valenzuela, N. (2024). Plant diversity as a sustainable strategy for mitigating biotic and abiotic stresses in tomato cultivation. *Frontiers In Sustainable Food Systems*, *8*, 1-15. DOI 10.3389/fsufs.2024.1336810

Dangia, N., Jalata, Z. y Daba, G. (2021). Effects of varieties and population of soybean intercropped with maize on yield and yield components of associated crops. *Journal Of Plant Sciences*, *9*(4), 128-138. DOI 10.11648/j.jps.20210904.12

Estrada-Arellano, J.R., Gaucin-Delgado, J.M., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Ayala-Garay, O.J. y Segura-Castruita, M.A. (2022). Organic fertilization in tomato production: Yield, quality, and soil properties. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *13*(4), 611-624.

FAOSTAT (2024). *Uso de la tierra*. FAOSTAT. https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL

Fathelrahman, E., Muhammad, S., Abdalla, A., Ali, H.I. y Al Dhaheri, A. (2022). Food systems' transformation to address malnutrition in selected countries—panel-data analysis on undernourishment and obesity. *Foods*, *11*(9), 1323. DOI 10.3390/foods11091323

FINAGRO (2018). *Marco de referencia agroeconómico: Producción de albahaca genovesa en Cundinamarca*. FINAGRO. www.FINAGRO.com.co/sites/default/files/2022-05/albahaca_genovesa_cundinamarca.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2023). *Portal de datos de indicadores de los ODS* (Indicador 2.1.1 - Prevalencia de la

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 255-274 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

subalimentación). FAO.

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.ª ed.). McGraw-Hill.

Hinestroza Obregón, E., Forero Castro, J.L. y Bonilla Isaza, R.D. (2019). Diseño de un modelo de producción para huertas urbanas. *Revista Vínculos*, *16*(2), 196-208. DOI 10.14483/2322939X.15460

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R. y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, *24*(1), 49-61. DOI 10.4067/s0718-34292006000100009

Mekouar, M.A. (2023). Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). *Yearbook of International Environmental Law, 34*(1), yvae031. DOI 10.1093/yiel/yvae031

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura) (2019). *Cadena de plantas aromáticas, medicinales, condimentos y afines*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. https://sioc.minagricultura.gov.co/PlantasAromaticas/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf

Mougeot, L.J.A. (2006). *Growing Better Cities: Urban Agriculture for Sustainable Development*. IDRC.

Norris, R.F., Kogan, M. y Lewis, W.J. (2003). *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. Prentice Hall.

Renard, D. y Tilman, D. (2021). Cultivate biodiversity to harvest food security and sustainability. *Current Biology*, *31*(19), R1154-R1158. DOI 10.1016/j.cub.2021.06.082

United Nations (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf