

Tercer Informe de Avance del Proyecto de Investigación

Elaborado por:

Cristian Felipe Arias Barriga

Harold Mauricio Cañaveral Romero

Martha Sofia Pinzón Viracachá

Yesica Viviana Tolosa Beltrán

Seminario de Investigación

Universidad EAN

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Posgrado

Bogotá

03/11/2025

Contenido

Resumen	3
Problema de Investigación	3
Objetivos	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Justificación	6
Marco Teórico	7
Metodología	14
Población y Muestra	18
Conclusión	23

Resumen

El proyecto de investigación se dirige bajo un enfoque desk-based, respaldado en el análisis de datos secundarios efectivos y en la formulación de un plan conceptual del modelo para la recolección inteligente de alimentos en una plaza de mercado de Bogotá. La pregunta central que guía el estudio es: **“¿Qué factores técnicos, logísticos y sociales determinan la viabilidad de un modelo de recolección inteligente de alimentos para su redistribución desde plazas de mercado en Bogotá?”**. La metodología contempla la revisión documental, el análisis de estadísticas y de experiencias previas, así como la identificación de variables críticas que determinan la factibilidad del modelo. El resultado esperado será un informe con un marco analítico sólido y una propuesta teórica admitida conceptualmente, la cual podrá servir como insumo académico y de informe para el diseño y ejecución de proyectos aplicados en fases posteriores.

Palabras clave: Desperdicio alimentario, plaza de mercado, análisis de estadísticas, recolección inteligente, redistribución

Problema de Investigación

La problemática abordada en este proyecto de investigación, desarrollado por estudiantes de la Universidad EAN bajo la dirección de Jaime Alberto Ochoa Durán, se centra en la contradicción crítica que enfrenta Bogotá: mientras se desperdician miles de toneladas de alimentos aptos para el consumo, localidades como Ciudad Bolívar, Kennedy y San Cristóbal padecen altos niveles de inseguridad alimentaria. Esta situación pone de manifiesto una oportunidad perdida debido a la ausencia de canales de comunicación efectivos, simples, confiables y sostenibles entre los comerciantes de plazas de mercado distritales y las organizaciones sociales receptoras. La falta de estos mecanismos impide aprovechar un recurso valioso que podría mitigar el hambre y mejorar la equidad social.

Además, la inexistencia de una estrategia tecnológica enfocada en las plazas distritales agrava el problema al reducir la eficacia de los programas de apoyo alimentario. Esto genera costos ambientales adicionales debido al manejo inadecuado de residuos orgánicos, que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero y a la presión sobre ecosistemas productivos. La acumulación de desechos en la capital, donde se estima que se botan cerca de 1,2 millones de toneladas anuales (40% del desperdicio nacional), representa un desafío logístico y económico para el Distrito, que debe destinar recursos públicos a su recolección y disposición final.

Desde una perspectiva social, esta problemática perpetúa la vulnerabilidad en comunidades marginadas, donde la inseguridad alimentaria es un problema persistente. Sin embargo, la ciudad ha reconocido esta urgencia a través de la Política Pública de Abastecimiento y Seguridad Alimentaria 2019-2031 y el Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024, que buscan reducir pérdidas en la cadena de distribución y garantizar acceso alimentario a poblaciones vulnerables. A pesar de estos esfuerzos, no se ha implementado un modelo específico que utilice tecnología de bajo costo y accesible para conectar a los comerciantes independientes con las organizaciones receptoras.

El proyecto propone diseñar e implementar un modelo de recolección inteligente basado en aplicaciones móviles de fácil uso, adaptadas al bajo nivel de digitalización de muchos comerciantes. Esta solución busca facilitar la redistribución eficiente de excedentes hacia comunidades vulnerables, abordando factores técnicos, logísticos y sociales que determinan su viabilidad. La pregunta de investigación guía el análisis: ¿Qué factores técnicos, logísticos y sociales determinan la viabilidad de un modelo de recolección inteligente de alimentos para su redistribución desde plazas de mercado en Bogotá?

El objetivo general es diseñar un modelo que reduzca el desperdicio alimentario en las plazas distritales y redistribuya los excedentes a comunidades vulnerables, mientras que los objetivos específicos incluyen diagnosticar las causas y volúmenes de desperdicio, desarrollar un prototipo tecnológico de bajo costo, implementar una prueba piloto, evaluar su viabilidad y formular una estrategia de escalabilidad. La relevancia de esta investigación radica en su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2 y 12) y la política distrital, ofreciendo una solución práctica que reduce costos de gestión de residuos, mejora el acceso a alimentos y valida un modelo replicable. Además, aporta valor teórico al demostrar cómo la tecnología accesible puede abordar problemas sociales complejos, promoviendo una Bogotá más equitativa y sostenible.

En conclusión, el proyecto aborda una problemática multifacética que combina desafíos ambientales, sociales y económicos, proponiendo una intervención innovadora que podría transformar el sistema de distribución alimentaria de la ciudad, asegurando que los alimentos aptos lleguen a quienes más los necesitan.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un modelo de recolección inteligente que permita reducir el desperdicio alimentario en las plazas de mercado distritales de Bogotá y redistribuir los excedentes hacia comunidades vulnerables.

Objetivos específicos

- Diagnosticar las causas y volúmenes de desperdicio de alimentos aptos para consumo en las plazas de mercado distritales de Bogotá.

- Diseñar un prototipo de plataforma tecnológica de bajo costo que facilite la comunicación en tiempo real entre comerciantes de plazas y organizaciones sociales receptoras.
- Implementar una prueba piloto del modelo de recolección y redistribución inteligente en una plaza de mercado distrital, monitoreando variables operativas y logísticas.
- Evaluar la viabilidad técnica, social y financiera del modelo implementado, utilizando indicadores de impacto como alimentos recuperados, beneficiarios atendidos y análisis costo-beneficio.
- Formular una estrategia de escalabilidad y sostenibilidad para la implementación del modelo en la red de plazas de mercado de Bogotá.

Justificación

La justificación de este proyecto radica en la necesidad urgente de abordar el desperdicio alimentario en Bogotá, un problema con profundas repercusiones sociales, ambientales y económicas. Según el Departamento Nacional de Planeación (2016), Colombia desecha aproximadamente 9,76 millones de toneladas de alimentos al año, de las cuales Bogotá concentra 1,2 millones, representando más del 40% del desperdicio nacional (Polanía, 2025). Esta situación agrava la inseguridad alimentaria en localidades vulnerables como Ciudad Bolívar, Kennedy y San Cristóbal, mientras genera costos ambientales significativos debido a la emisión de gases de efecto invernadero y la presión sobre recursos hídricos y ecosistemas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2021).

El proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, específicamente el ODS 2 (Hambre Cero) y el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables),

y con la Política Pública de Abastecimiento y Seguridad Alimentaria 2019-2031 de Bogotá (Secretaría de Planeación Distrital, 2019), que busca reducir pérdidas en la cadena de distribución. Además, responde a la reciente Ley Nacional aprobada en junio de 2025 para combatir el hambre y el desperdicio alimentario, promoviendo soluciones innovadoras y sostenibles.

Desde un enfoque práctico, la implementación de un modelo de recolección inteligente mediante aplicaciones móviles de bajo costo facilitaría la conexión entre comerciantes independientes y organizaciones sociales, reduciendo costos de gestión de residuos y mejorando el acceso a alimentos para poblaciones vulnerables. Metodológicamente, valida un modelo ágil y replicable en otros contextos urbanos, mientras que teóricamente aporta al campo de la innovación social y la economía circular, demostrando cómo la tecnología accesible puede resolver problemas complejos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2009).

Este proyecto no solo mitiga impactos inmediatos, sino que impulsa una Bogotá más equitativa y sostenible, con potencial de escalabilidad nacional.

Marco Teórico

El marco teórico sustenta un sistema de recolección inteligente para gestionar residuos orgánicos en las plazas de mercado de Bogotá, integrando economía circular, compostaje e innovación social. Este enfoque transforma excedentes en recursos valiosos como abono, bioenergía o alimentos redistribuidos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2 (Hambre Cero), 12 (Producción y Consumo Responsables) y 13 (Acción por el Clima) (United Nations Environment Programme, 2021). Se estructura en conceptos teóricos,

antecedentes históricos, iniciativas actuales, evidencia científica y relevancia para el proyecto, asegurando coherencia, eliminando redundancias y manteniendo todas las citas requeridas.

1. Conceptos Teóricos Fundamentales

La economía circular promueve la reutilización de recursos en ciclos cerrados, minimizando el desperdicio frente al modelo lineal de "usar y desechar" (United Nations Environment Programme, 2021). En las plazas de mercado, los residuos orgánicos, principalmente restos de frutas y verduras, son recursos para generar abono, biofertilizantes o bioenergía, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero y fortaleciendo la sostenibilidad urbana. Este modelo fomenta la mitigación ambiental y la resiliencia económica local, transformando desperdicios en oportunidades productivas.

El compostaje convierte la materia orgánica en humus rico en nutrientes mediante procesos biológicos liderados por microorganismos, siendo ideal para la agricultura. Este proceso reduce el volumen de residuos en rellenos sanitarios, promueve la biodiversidad del suelo y apoya los ODS 12 y 13 (Alcaldía de Bogotá, 2025). La caracterización fisicoquímica y microbiológica analiza parámetros como pH, humedad y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) para evaluar la viabilidad de residuos en aplicaciones biotecnológicas, como la producción de enzimas o bioenergía, minimizando riesgos sanitarios (Sánchez-Castelblanco & Heredia-Martín, 2022).

La innovación social impulsa sistemas colaborativos, como bancos de alimentos y plataformas comunitarias, que redistribuyen excedentes alimentarios para combatir la inseguridad alimentaria, fortaleciendo la equidad social (Gómez et al., 2022). La Teoría del Comportamiento Planificado destaca el rol de la educación y la conciencia en la promoción de prácticas de consumo responsable, especialmente en contextos urbanos postpandemia (Quiles et al., 2021). Estas perspectivas teóricas justifican un sistema de recolección inteligente que optimice la gestión de residuos y excedentes, integrando tecnología y participación comunitaria.

2. Antecedentes Históricos y Contexto

La gestión de residuos orgánicos en Bogotá ha sido un desafío histórico, particularmente en plazas de mercado y centros de acopio como Corabastos. Un informe de 2008 reportó una generación diaria de 70.5 toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 88.5% (aproximadamente 62.4 toneladas) eran vegetales, generando contaminación ambiental y riesgos sanitarios si no se manejan adecuadamente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008). Este contexto subraya la necesidad de estrategias modernas para reducir el impacto de los residuos y evitar su disposición en rellenos sanitarios.

La Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) en Colombia, respaldada por el Departamento Nacional de Planeación (n.d.) y el Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024 (Secretaría de Planeación Distrital, 2019), prioriza la gestión sostenible de residuos alimentarios para garantizar el acceso equitativo a alimentos. Estas políticas promueven enfoques multisectoriales que integran actores públicos, privados y comunitarios, fomentando la soberanía alimentaria y reduciendo brechas en la distribución, especialmente en plazas de mercado.

3. Iniciativas Actuales de Aprovechamiento

En 2025, la Alcaldía de Bogotá y el Instituto para la Economía Social (IPES) implementan la "Ruta Selectiva", recolectando más de 70.000 kg mensuales de residuos orgánicos en 15 plazas distritales y 5 puntos comerciales para producir compost. Este programa ha procesado 7.487 toneladas de residuos, logrando una reducción de 2.550 toneladas de CO₂, equivalente al impacto de plantar miles de árboles, y se alinea con el Acuerdo 790 de 2020 (Alcaldía de Bogotá, 2025; IPES, 2025; Universidad Distrital, 2025). Reconocida como un modelo internacional de economía circular, la iniciativa inspira eventos académicos como el congreso de la Universidad Nacional (Alcaldía de Bogotá, 2025).

Un proyecto piloto de diciembre de 2024 en mercados campesinos utiliza tecnología de registro digital para monitorear el peso de residuos transformados en abono, promoviendo trazabilidad y fortaleciendo la economía local (Alcaldía de Bogotá, 2024). Estas iniciativas demuestran el avance hacia prácticas circulares que integran tecnología y participación comunitaria, maximizando el aprovechamiento de recursos y reduciendo el impacto ambiental.

4. Evidencia Científica y Aplicaciones Biotecnológicas

Investigaciones académicas respaldan el aprovechamiento de residuos orgánicos. Sánchez-Castelblanco y Heredia-Martín (2022) analizaron residuos de la Plaza de Mercado El Restrepo, identificando alto contenido de carbohidratos y fibras, con bajos niveles de patógenos tras procesamiento adecuado, lo que los hace ideales para producir enzimas bacterianas como celulasas (Sánchez-Castelblanco & Heredia-Martín, 2022). En 2023, exploraron residuos como ameros de mazorca y vainas de leguminosas para generar biofertilizantes y biocombustibles, destacando su viabilidad biotecnológica (Sánchez-Castelblanco & Heredia-Martín, 2023). Una reseña de Sánchez-Castelblanco (2025) contextualiza estos hallazgos, enfatizando el potencial de los residuos en investigaciones sostenibles (Sánchez-Castelblanco, 2025).

Por su parte, Mantilla Sepúlveda et al. (2022) estudiaron residuos de la Plaza Trinidad Galán, con alta humedad (64-89%), demostrando su capacidad para producir biogás mediante biodigestión anaeróbica. Este proceso genera metano, cubriendo demandas energéticas en entornos comerciales y promoviendo autosuficiencia (Mantilla Sepúlveda et al., 2022). Estas investigaciones confirman la viabilidad de transformar residuos en recursos de alto valor, desde abono hasta bioenergía, con aplicaciones prácticas en contextos urbanos.

5. Relevancia para el Proyecto

Este marco teórico posiciona los residuos orgánicos como recursos estratégicos para la sostenibilidad urbana. La Ruta Selectiva demuestra la factibilidad de transformar 70.000 kg mensuales en compost, reduciendo emisiones de CO₂ (Alcaldía de Bogotá, 2025; IPES, 2025).

Los estudios científicos validan procesos como el compostaje y la biodigestión para generar biofertilizantes y bioenergía (Sánchez-Castelblanco & Heredia-Martín, 2022, 2023; Mantilla Sepúlveda et al., 2022). La innovación social, mediante bancos de alimentos, redistribuye excedentes, combatiendo la inseguridad alimentaria (Gómez et al., 2022; FAO, 2024). La Teoría del Comportamiento Planificado resalta la educación como clave para reducir el desperdicio (Quiles et al., 2021).

El proyecto propone un sistema de recolección inteligente que integra monitoreo digital, procesos biotecnológicos y colaboración multisectorial, alineado con políticas de seguridad alimentaria (Departamento Nacional de Planeación, n.d.; Secretaría de Planeación Distrital, 2019). Esta solución transforma ineficiencias en oportunidades, promoviendo equidad, resiliencia y sostenibilidad en el sistema alimentario de Bogotá. Futuras investigaciones podrían emplear modelado matemático para optimizar compostaje y biodigestión, y escalar plataformas tecnológicas para redistribuir excedentes, fortaleciendo la soberanía alimentaria.

6. Conexión con Políticas y Marcos Globales

La gestión de residuos orgánicos en plazas de mercado se alinea con marcos globales y nacionales. El Food Waste Index Report de 2021 destaca que una gestión adecuada de desperdicios alimentarios mitiga impactos ambientales y fomenta economías circulares, contribuyendo a erradicar el hambre (United Nations Environment Programme, 2021). En América Latina, la FAO (2024) señala que los sistemas inteligentes en mercados minoristas optimizan la redistribución de excedentes hacia poblaciones vulnerables, cerrando brechas alimentarias (FAO, 2024). En Colombia, la Política SAN y el Plan de Desarrollo Distrital 2020-

2024 integran enfoques multisectoriales para garantizar la seguridad alimentaria, promoviendo acciones que reduzcan desperdicios y fortalezcan la autoridad alimentaria (Departamento Nacional de Planeación, n.d.; Secretaría de Planeación Distrital, 2019).

La innovación social, como los bancos de alimentos, maximiza el impacto de estas políticas al conectar productores, distribuidores y comunidades vulnerables (Gómez et al., 2022). La educación, basada en la Teoría del Comportamiento Planificado, fomenta cambios de comportamiento en el consumo, reduciendo el desperdicio en hogares y mercados (Quiles et al., 2021). Estas conexiones refuerzan la relevancia del proyecto, que combina tecnología, biotecnología y colaboración comunitaria para transformar residuos en recursos, contribuyendo a un sistema alimentario más equitativo y sostenible.

7. Implicaciones Prácticas y Futuras

El sistema de recolección inteligente propuesto aprovecha la infraestructura existente, como la Ruta Selectiva, y las capacidades tecnológicas de monitoreo digital para escalar el impacto (Alcaldía de Bogotá, 2024, 2025). Los estudios biotecnológicos ofrecen soluciones escalables, como la producción de bioenergía y biofertilizantes, que pueden integrarse en las operaciones de las plazas (Sánchez-Castelblanco & Heredia-Martín, 2022, 2023; Mantilla Sepúlveda et al., 2022). La redistribución de excedentes a través de plataformas comunitarias aborda la inseguridad alimentaria, mientras que la educación fomenta prácticas sostenibles (Gómez et al., 2022; Quiles et al., 2021).

Futuras investigaciones podrían explorar la integración de inteligencia artificial para predecir patrones de desperdicio, optimizando la recolección y transformación de residuos. Además, el desarrollo de modelos económicos que incentiven la participación de pequeños comerciantes en iniciativas circulares podría amplificar el impacto del proyecto. Estas estrategias consolidan

a Bogotá como un referente en la gestión sostenible de residuos, promoviendo un modelo replicable en otras ciudades de América Latina.

8. Desafíos en la lucha contra el desperdicio de alimentos

La gestión de alimentos y residuos en América Latina enfrenta desafíos sistémicos, pero una confluencia de innovación tecnológica, políticas públicas y acción comunitaria está impulsando una transición crucial desde un modelo lineal hacia una economía circular más sostenible. El problema es de gran escala; la región sigue anclada en un enfoque de "tomar, hacer y desechar", lo que genera inmensos volúmenes de residuos sólidos. Específicamente, la gestión de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) es un reto considerable, a pesar de que la investigación sobre su valorización ha crecido notablemente en países como Brasil, México y Colombia. Los obstáculos para un manejo eficiente de los residuos incluyen la baja rentabilidad del reciclaje, una financiación insuficiente y una fuerte dependencia del sector informal, que opera en condiciones precarias.

Para abordar estas ineficiencias, se están implementando estrategias a nivel nacional y de la industria. En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) se ha aliado con 23 centrales de abastos para rediseñar su logística y reducir el 34% de los alimentos que se pierden en el país. Esta iniciativa se centra en un nuevo Modelo de Operación Logística (MOL) y en la transformación digital para mejorar la eficiencia en toda la cadena de suministro. A nivel tecnológico, el centro AINIA está desarrollando soluciones innovadoras, como la creación de bioplásticos a partir de residuos orgánicos y la valorización de subproductos agrícolas para crear nuevos ingredientes alimentarios. Paralelamente, la industria del envasado explora el uso de materiales celulósicos, envases inteligentes con sensores e inteligencia artificial, y tecnologías no térmicas para extender la vida útil de los productos y minimizar el impacto ambiental. La prevención de pérdidas en la producción primaria también avanza gracias a sistemas de teledetección con drones que monitorizan la salud de los cultivos.

A nivel local, estas macro tendencias se traducen en acciones concretas. La ciudad de Bogotá, por ejemplo, ha lanzado la estrategia "Yo Contribuyo, No Desperdicio" para reducir 1.2 millones de toneladas de alimentos desperdiciados anualmente mediante foros, donaciones y la expansión de Mercados Campesinos en colaboración con el sector privado y universidades. La tecnología también juega un papel clave a nivel del consumidor con aplicaciones como "Alimentando Conciencias", que conecta a usuarios con restaurantes y supermercados para vender alimentos excedentes a bajo costo mediante geomarketing y geolocalización.

Sin embargo, persisten desafíos significativos. El caso del programa de asistencia "Bienestarina Más" en Colombia ilustra cómo las fallas de coordinación, una logística deficiente y una brecha entre la oferta y la demanda pueden limitar la eficacia de las iniciativas, impidiendo que los alimentos lleguen a quienes más los necesitan. Este ejemplo subraya una conclusión transversal: el éxito de cualquier nueva tecnología o política depende fundamentalmente de una implementación coordinada y de la aceptación del consumidor. Por ello, la educación y la comunicación son cruciales para asegurar que estas innovaciones sostenibles se integren exitosamente en la sociedad.

Metodología

Primer nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

Enfoque

Paradigma exploratorio-descriptivo mixto: Combina análisis cualitativo (interpretación de factores sociales y logísticos de la literatura) con cuantitativo (procesamiento de estadísticas secundarias para estimar volúmenes e impactos). Es pragmático y aplicado, pero sin intervención real, enfocándose en generar insights para innovación social y tecnológica.

Alcance

Incluye:

- Análisis de datos secundarios sobre causas, volúmenes y factores de desperdicio en Bogotá (geográfico: limitado a la ciudad, con ejemplos como Paloquemao).
- Propuesta conceptual del modelo de recolección inteligente (ej. wireframes de app, descripción de integración de ML para predicción de excedentes, ciberseguridad y gerencia de proyectos).
- Estimaciones hipotéticas de impactos (ej. reducción potencial de desperdicio, beneficiarios).
- Alineación con ODS 2 y 12, y políticas distritales (Política Pública de Abastecimiento 2019-2031, Plan de Desarrollo 2020-2024).

Excluye: Cualquier ejecución (piloto, entrevistas primarias, monitoreo in situ). No incluye redistribución real ni evaluación empírica; solo proyecciones basadas en datos existentes.

Población y temporal: Referencia a comerciantes independientes y comunidades vulnerables (ej. Ciudad Bolívar, Kennedy, San Cristóbal) vía literatura. Datos hasta 2025, con proyecciones a corto-mediano plazo (hasta 2031).

Limitaciones: Dependencia de datos secundarios (posible sesgo o desactualización); no valida viabilidad real, pero propone recomendaciones para escalabilidad futura.

Definición de Variables

La definición de variables en esta investigación se basa en un enfoque exploratorio-descriptivo mixto, centrado en el análisis de datos secundarios para evaluar la viabilidad de un modelo de recolección inteligente de alimentos en plazas de mercado distritales de Bogotá. Dado que el estudio es de tipo correlacional y descriptivo, no se manipulan variables, sino que se miden interdependencias entre factores técnicos, logísticos y sociales que determinan la

viabilidad del modelo, alineados con la pregunta de investigación: "**¿Qué factores técnicos, logísticos y sociales determinan la viabilidad de un modelo de recolección inteligente de alimentos para su redistribución desde plazas de mercado en Bogotá?**". Estas variables se derivan de los objetivos específicos: diagnosticar causas y volúmenes de desperdicio, diseñar un prototipo conceptual, evaluar viabilidad hipotética y formular una estrategia de escalabilidad. Se definen conceptualmente desde perspectivas teóricas como la sostenibilidad ambiental (FAO, 2019; PNUMA, 2021) y la innovación social (ODS 2 y 12), y operacionalmente mediante mediciones basadas en datos secundarios (estadísticas oficiales y literatura).

Volúmenes de desperdicio alimentario: Se conceptualiza como la cantidad de alimentos producidos que se pierden o desperdician en la cadena de suministro, impactando la seguridad alimentaria y el medio ambiente, según la FAO (2019), que lo define como la disminución en la cantidad o calidad de alimentos destinados al consumo humano. Operacionalmente, se mide en toneladas anuales o mensuales, utilizando datos secundarios de informes oficiales como el DNP (2016, actualizado a 2025) y Polanía (2025). Se cuantifica mediante estadísticas descriptivas (promedios, porcentajes) extraídas de fuentes como el Informe del Índice de Desperdicio de Alimentos del PNUMA (2024), considerando dimensiones como la etapa de la cadena (distribución: 20.6% nacional), la ubicación (Bogotá: más de 1 millón de toneladas anuales; plazas como Paloquemao: 90 toneladas mensuales, 18 aptas para consumo), y el impacto ambiental (emisiones GEI: 8-10% global).

Factores técnicos: Se define conceptualmente como los elementos tecnológicos que facilitan o limitan la implementación de soluciones inteligentes para la gestión de excedentes, basados en la innovación tecnológica sostenible (ODS 12), incluyendo machine learning para predicción y ciberseguridad para protección de datos. Operacionalmente, se evalúan

cualitativamente mediante análisis de literatura y datos secundarios sobre plataformas existentes (ej. EatCloud), midiendo accesibilidad (bajo costo, facilidad de uso) a través de indicadores como el nivel de digitalización en comerciantes (bajo, según Polanía, 2025).

Cuantitativamente, se estima la adopción potencial en porcentajes basados en informes FAO (2025), abarcando dimensiones como la tecnología de bajo costo (apps móviles), la integración de ML (predicción de excedentes), y la ciberseguridad (protección de datos de donaciones).

Factores logísticos: Se conceptualiza como los procesos operativos en la cadena de distribución que generan excedentes, definidos como barreras en el flujo de alimentos desde productores a consumidores, según el DNP (2016), que enfatiza ineficiencias en almacenamiento y transporte. Operacionalmente, se miden mediante datos secundarios de volúmenes de residuos orgánicos (ej. 36% en distribución y retail, DNP), analizando pasos como recolección y matching con receptores vía revisión de políticas distritales (Secretaría de Planeación, 2025), con dimensiones como la gestión de excedentes (toneladas mensuales), la cadena de frío y transporte, y la articulación con organizaciones receptoras.

Factores sociales: Se define conceptualmente como los aspectos humanos y comunitarios que influyen en la adopción del modelo, como desigualdad y vulnerabilidad alimentaria, conceptualizados por la FAO (2009) como barreras para el acceso equitativo a alimentos en contextos urbanos. Operacionalmente, se operacionalizan cualitativamente mediante análisis temático de literatura sobre inseguridad alimentaria en localidades vulnerables (ej. Ciudad Bolívar, Kennedy), midiendo indicadores como beneficiarios potenciales (estimados en miles de familias, basado en ABACO 2025). Cuantitativamente, se usan porcentajes de población afectada (ej. 800 millones globales con hambre crónica), con dimensiones como la adopción por comerciantes (nivel de digitalización bajo), el impacto en comunidades vulnerables

(reducción de inseguridad alimentaria), y la justicia social (redistribución a bancos de alimentos).

Viabilidad del modelo: Se conceptualiza como la capacidad de implementación sostenible del sistema de recolección inteligente, integrando dimensiones técnicas, logísticas y sociales, según los ODS (ONU, 2015), que la definen como equilibrio entre eficacia, equidad y replicabilidad. Operacionalmente, se evalúa hipotéticamente mediante análisis costo-beneficio simulado (ej. reducción potencial de 20% en desperdicio distribución, ~200,000 toneladas en Bogotá), usando datos secundarios y proyecciones estadísticas de PNUMA (2024), abarcando dimensiones como la técnica (escalabilidad tecnológica), la social (aceptación comunitaria), y la financiera (bajo costo, ROI estimado).

Estas definiciones reflejan las interdependencias entre variables, esenciales para un estudio correlacional, y proporcionan una base sólida para el análisis de datos secundarios y la propuesta conceptual del modelo, sin requerir ejecución en campo.

Población y Muestra

La población objetivo de esta investigación comprende dos grupos principales, definidos por las características del problema de desperdicio alimentario en Bogotá: los comerciantes independientes en plazas de mercado distritales y las organizaciones sociales receptoras de alimentos.

El primer grupo, los comerciantes, se caracteriza por ser pequeños emprendedores con recursos limitados, operando en entornos de baja digitalización y enfocados en la distribución de alimentos frescos. Según datos actualizados de la Contraloría de Bogotá (2025), hay 19

plazas distritales de mercado en la ciudad, con un total de 3.637 espacios para comerciantes y vivanderos, distribuidos en localidades como Kennedy, San Cristóbal y Ciudad Bolívar. Esta población totaliza aproximadamente 3.637 individuos, aunque puede variar por rotación estacional. Representan el eslabón clave en la fase de distribución, donde ocurre el 20.6% del desperdicio nacional (DNP, 2016, confirmado en 2025 por Integración Social).

El segundo grupo, las organizaciones sociales receptoras, incluye bancos de alimentos y fundaciones que redistribuyen excedentes a comunidades vulnerables. Se caracterizan por su enfoque en seguridad alimentaria, operando sin fines de lucro y atendiendo a poblaciones en inseguridad alimentaria. La Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia (ABACO) agrupa a varias entidades en Bogotá, con el Banco de Alimentos de Bogotá como principal, que en 2025 reporta alianzas con más de 200 fundaciones y parroquias para prevenir reventa y focalizar en vulnerables. La población estimada es de alrededor de 250 organizaciones activas en la ciudad, basadas en reportes de ABACO y Todos Juntos (2025).

Dado el enfoque desk-based del estudio, sin recolección primaria, se opta por un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando datos secundarios accesibles y representativos de fuentes oficiales y académicas. Este tipo de muestreo es adecuado para poblaciones grandes y dispersas cuando el acceso directo es limitado, permitiendo enfocarse en información disponible sin sesgos intencionales. Para los comerciantes, el tamaño de la muestra es un censo parcial de datos agregados de las 19 plazas (ej. informes IPES y Contraloría, cubriendo ~3.000 casos representativos). Para las organizaciones, se muestrea ~100 entidades clave de ABACO y Banco de Alimentos, basadas en reportes públicos (2025). Esto asegura representatividad sin ejecución de campo.

Segundo nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

En este estudio descriptivo-correlacional, se seleccionan instrumentos consistentes y validados para medir las variables mediante datos secundarios, garantizando precisión sin manipulación. Dado que no se realiza trabajo de campo, se priorizan herramientas existentes de investigadores previos, coherentes con la pregunta de investigación y objetivos. Los instrumentos son suficientes para diagnosticar volúmenes, analizar factores y evaluar viabilidad hipotética.

1. El primer instrumento seleccionado es ***la revisión de documentos y informes oficiales***, que sirve como herramienta principal para recopilar datos cuantitativos y cualitativos. Incluye informes validados como el del DNP (2016, actualizado 2025), FAO (2019, 2025) y PNUMA (2024), que miden volúmenes y factores. Este instrumento se caracteriza por ser estructurado, con datos estadísticos y narrativos, y haber sido validado por organismos internacionales. Es particularmente útil para medir variables como volúmenes (en toneladas) y factores sociales (índices de vulnerabilidad).
2. El segundo instrumento son ***las bases de datos estadísticas***, utilizadas para recopilar datos cuantitativos, como las proporcionadas por la Secretaría de Planeación Distrital (2025) y ABACO. Estas bases ofrecen cifras agregadas sobre plazas y receptores, y se caracterizan por ser cuantitativas, accesibles en línea e incluir indicadores pre-probados, como porcentajes de desperdicio, lo que las hace adecuadas para el análisis de datos agregados.
3. El tercer instrumento es el ***análisis de literatura académica***, empleado para obtener datos cualitativos, como el trabajo de Polanía (2025), que detalla casos específicos en

plazas como Paloquemao. Este instrumento se caracteriza por ser temático y enfocado en dimensiones, y está diseñado para permitir triangulación con otros datos, enriqueciendo el análisis de factores sociales y logísticos.

Estos instrumentos se conceptualizan como modelos de revisión sistemática, con componentes funcionales que incluyen la selección de fuentes según criterios de relevancia (2016-2025, enfocadas en Bogotá y desperdicio en distribución), la extracción de datos (volúmenes, factores, viabilidad) y la síntesis de información. **Técnicas de análisis de datos**

Instrumento: Revisión de documentos y informes oficiales

Técnica de Análisis: Estadística descriptiva

Se emplea para procesar datos cuantitativos extraídos de fuentes como el DNP (2016, actualizado 2025), FAO (2019, 2025) y PNUMA (2024), que reportan volúmenes de desperdicio y factores asociados. Esta técnica incluye el cálculo de medias, porcentajes y proyecciones hipotéticas, como la reducción potencial del 20% en las 1 millón de toneladas anuales de desperdicio en Bogotá, lo que equivale a aproximadamente 200,000 toneladas. Se utilizan herramientas como Excel o Python para realizar estos cálculos, permitiendo describir patrones (ej. 20.6% de desperdicio en distribución nacional) y estimar impactos (ej. toneladas recuperables en plazas como Paloquemao). Esto facilita la identificación de correlaciones entre volúmenes y factores logísticos, aportando bases cuantitativas para la viabilidad del modelo.

Instrumento: Bases de datos estadísticas

Técnica de Análisis: Análisis correlacional

Se aplica para explorar interdependencias entre variables a partir de datos agregados de la Secretaría de Planeación Distrital (2025) y ABACO, como volúmenes de desperdicio y factores logísticos (ej. ineficiencias en transporte). Esta técnica utiliza coeficientes de correlación

simples (ej. Pearson, calculados manualmente o con software básico) para identificar patrones, como la relación entre el 36% de desperdicio en distribución/retail (DNP) y la falta de canales de recolección. Aunque no implica inferencias formales debido a la naturaleza secundaria de los datos, ayuda a destacar tendencias que respaldan la necesidad de un modelo inteligente, como la articulación con receptores.

Instrumento: Análisis de literatura académica

Técnica de Análisis: Análisis temático

Se utiliza para interpretar datos cualitativos de fuentes como Polanía (2025), que describen factores sociales (bajo nivel de digitalización en comerciantes) y logísticos (barreras en excedentes). Esta técnica implica codificación manual o con software como NVivo, identificando temas recurrentes (ej. adopción tecnológica, justicia social) y categorías como "barreras sociales" o "oportunidades de innovación". Se basa en la teoría fundamentada para sintetizar narrativas, permitiendo correlacionar factores sociales (ej. vulnerabilidad en Ciudad Bolívar) con viabilidad técnica (apps de bajo costo), y enriqueciendo la propuesta conceptual del modelo.

Informe Técnico final de Investigación

Análisis estadístico : Dashboard en Power BI

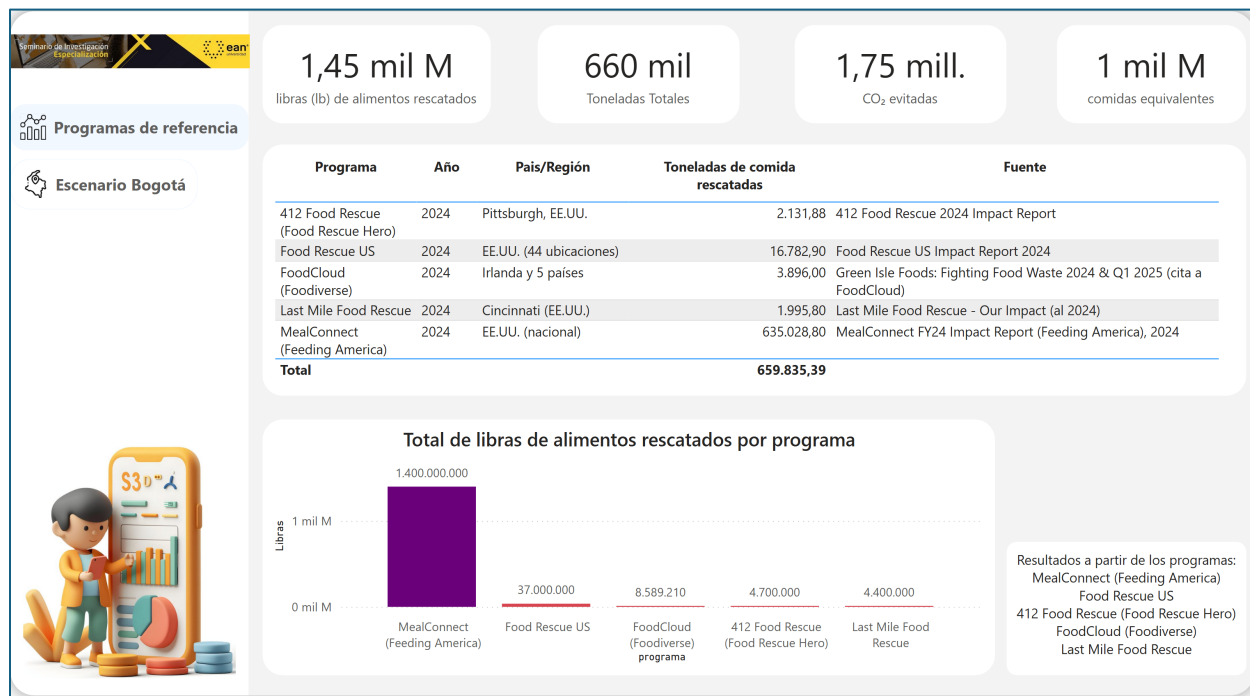
Construimos un dashboard en Power BI con datos verificados de programas de rescate de alimentos (que evitan su desperdicio). El tablero está disponible en

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZjllYTlkMDgtNWFiMC00ZDE3LWJjOWItMWM2NDIIM2FIZjJmliwidCI6ImMwNmZiNTU5LTFiNjgtNGI4NC1hMTRmLTQ3ZDBkODM3YTZhYiIsImMiOjR9>

y muestra:

- 1,45 mil millones de libras rescatadas en total, equivalentes a ~660 mil toneladas y ~1 mil millones de comidas.

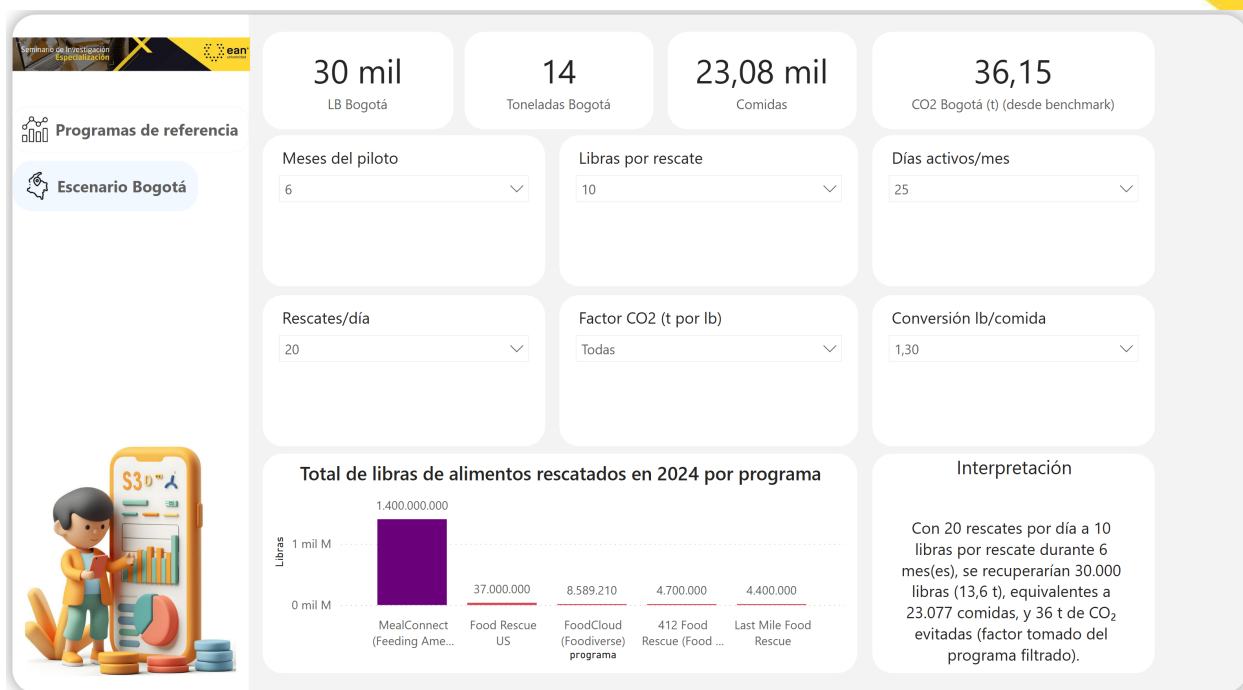
- ~1,75 millones de toneladas de CO₂ evitadas (suma de los programas que reportan esta métrica).



Fuente: Elaboración propia en dashboard del proyecto power bi

¿Qué se observa en la página “Programas de referencia”?

- Concentración del volumen: MealConnect (Feeding America) explica la gran mayoría del total (≈96% de las toneladas), seguido por Food Rescue US (≈2,5%). FoodCloud, 412 Food Rescue y Last Mile Food Rescue aportan porcentajes menores pero relevantes como benchmarks operativos.
- Comparabilidad transparente: cada fila conserva la unidad y definición publicada por la fuente (p. ej., libras/toneladas y, cuando aplica, eventos). Así evitamos supuestos y podemos leer órdenes de magnitud entre modelos nacionales y locales.
- Traducción a impacto: las tarjetas superiores convierten el volumen en comidas equivalentes y CO₂ evitado, lo que facilita comunicar el valor social y climático de estas iniciativas.



Fuente: Elaboración propia en dashboard del proyecto power bi

Modelo ajustado a Bogotá (página “Escenario Bogotá”)

Luego configuramos un **módulo de escenarios** alineado con nuestro proyecto para Bogotá. El usuario puede definir:

- **Meses del piloto** (1–12),
- **Libras por rescate**,
- **Días activos/mes**,
- **Rescates/día**,
- **Conversión lb por plato de comida** (1,2–1,3),
- **Factor CO₂ por libra**.

Con estas entradas, el tablero calcula **Libras y toneladas recuperadas, comidas equivalentes y CO₂ evitado**. Por ejemplo, con **20 rescates/día, 10 lb por rescate, 25 días/mes y 6 meses**, el piloto alcanzaría **~30.000 lb (≈13,6 t), ~23.000 comidas y ~36 t de**

CO₂ evitadas. Si se extiende a **12 meses**, se **duplica el impacto**; y con un escenario de **alta frecuencia** (ejemplo 190 rescates/día a 5 lb) se proyectan **~129 t/año** y **>200 mil comidas**.

En síntesis, el dashboard funciona como **instrumento estadístico** para:

1. **Comparar** modelos reales (línea base internacional), y
2. **Simular** el potencial de Bogotá con parámetros operativos realistas, mostrando que, incluso con “micro-rescates” frecuentes, pueden recuperarse **toneladas significativas de alimentos** y traducirse en un impacto social y ambiental claro.

Discusión

Los “programas de referencia” muestran magnitudes muy distintas de recuperación: desde iniciativas locales ($\approx 4,4\text{--}4,7$ M libras/año) hasta operación nacional a gran escala ($\approx 1,4$ mil millones libras/año). Esta heterogeneidad confirma que el desempeño depende menos de la “idea” y más de la configuración operativa: como por ejemplo la densidad de donantes y agencias, ventanas logísticas y capacidades de cadena de frío.

Validez y comparabilidad. Aunque todas las fuentes reportan alimento rescatado (libras), difieren en la unidad “evento”. Por rigor, en el tablero se mantuvo la métrica tal como la publica cada organización y, cuando fue necesario, se estandarizó a comidas equivalentes con 1,2–1,3 lb/comida. Esto permite comparar órdenes de magnitud sin forzar homogeneidad artificial.

Los resultados del tablero muestran que **sí es viable** operar un modelo de recolección inteligente en plazas. Cuando se mantiene la frecuencia de las recolecciones incluso rescates pequeños se convierten en más comidas y en menos CO₂. La estrategia recomendada es intervenir de forma gradual, con una aplicación sencilla, reglas claras, y un checklist básico, y coordinarlo entre la administración de la plaza y el banco de alimentos receptor. Al escalar de manera gradual de una plaza a otra puede acercarse al desempeño observado en los referentes internacionales.

Conclusión

Hemos avanzado en una propuesta teórica sólida para un modelo de recolección inteligente de alimentos en plazas de Bogotá, adaptada al enfoque desk-based y la duración de un mes. El análisis de datos secundarios (DNP, FAO, PNUMA, Polanía) diagnosticó volúmenes (1M toneladas anuales en Bogotá) y factores (técnicos, logísticos, sociales), usando estadística descriptiva, correlacional y temático, destacando un potencial de recuperación de 200,000 toneladas. Las variables y la población (3.637 comerciantes, aproximadamente en 250 organizaciones) están definidas, con instrumentos como revisiones de documentos asegurando un enfoque mixto.

Referencias

Departamento Nacional de Planeación. (2016). Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Pérdida y desperdicio de alimentos en colombia.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria. <https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Declaration/K6050REV10S.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2120f787-5a49-41f5-a9fb-f4ceaac98b2c/content>

Polanía, C. A. (2025). Sabores perdidos: Una radiografía sobre el desperdicio de alimentos en Bogotá. *Revistas UNIANDES*.

<https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/nys/article/view/10922/10787>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). Informe sobre el Índice de Desperdicio de Alimentos 2021. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>

Secretaría de Planeación Distrital. (2019). Política Pública de Seguridad Alimentaria y Nutricional. <https://www.sdp.gov.co/gestion-socioeconomica/politicas-sectoriales/politicas-publicas-sectoriales/politica-publica-de-seguridad-alimentaria-y-nutricional>

Jara Nercasseau, M., Olano Delgado, S. P., & Parrado Barbosa, Álvaro. (2023). Generación y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos. Aprendizajes desde la Maestría en Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad Nacional de Colombia. *Publicaciones E Investigación*, 17(3). <https://doi.org/10.22490/25394088.7448>

Carvajal, L., Manrique, L., Cubillos, D., Escobar, K., Sánchez, A., Heredia, J., & Sánchez, E. (2021). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de residuos orgánicos generados en una plaza de mercado de Bogotá. *Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación*. <https://doi.org/10.23850/23899573.4259>

Varela, C. Y. y López, G. A. (2022). Bioenergía a Partir de Biomasa Residual en Plazas de Mercado de Bogotá Estudio de Caso: Plaza de Mercado Trinidad Galán. *Letras ConCiencia Tecnológica*. 19(1).

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021). Informe sobre pérdidas y desperdicios de alimentos: Una revisión de políticas internacionales. Nairobi, Kenia. Recuperado de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/como-el-desperdicio-de-alimentos-esta-destrozando-el-planeta>

Departamento Nacional de Planeación, 2020-2024; Secretaría de Planeación Distrital de Bogotá, (2023) Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2020-2024). *Plan Nacional de Desarrollo: Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. DNP.

Gómez, ME, Ramírez, C., & Torres, A. (2022). Estrategias y modelos de economía circular para la reducción de pérdidas alimentarias en Colombia. *Revista Colombiana de Desarrollo* 15(1), 45-60.

Food and Agriculture Organization. (2024). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2024: Innovación para reducir pérdidas y desperdicio de alimentos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/es>

Quiles, S., Borda, G. y Rodríguez, M. (2021). “Quédate en casa”: Los efectos del confinamiento por COVID-19 en el desperdicio de alimentos en los hogares colombianos. *Frontiers in Psychology*, 12 , 764715. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.764715>

Alcaldía de Bogotá. (2024). Bogotá fomenta la economía circular. <https://www.bogota.gov.co>

Alcaldía de Bogotá. (2025). Más de 70.000 kilogramos de residuos orgánicos se recolectan y convierten en compost cada mes desde las Plazas Distritales de Mercado. <https://www.bogota.gov.co>

Instituto para la Economía Social (IPES). (2025). Reporte sobre la iniciativa Ruta Selectiva.

<https://www.ipes.gov.co>

Sánchez-Castelblanco, E. M., & Heredia-Martín, J. P. (2022). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de residuos orgánicos provenientes de la Plaza de Mercado El Restrepo.

Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 46(181), 1-15.

<https://www.scielo.org.co>

Sánchez-Castelblanco, E. M., & Heredia-Martín, J. P. (2023). Medios de cultivo a partir de residuos orgánicos de plazas de mercado. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 21(2), 45-56. <https://revistas.unicauca.edu.co>

Sánchez-Castelblanco, E. M. (2025). Reseña sobre investigaciones en residuos orgánicos. Revista UCP, 12(3), 20-25. <https://revistas.ucp.edu.co>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2008). Informe técnico sobre la unidad de gestión de residuos orgánicos en plazas y CORABASTOS. <https://www.ambientebogota.gov.co>

Universidad Distrital. (2025, 5 de septiembre). Transformación de residuos de plazas en abono. <https://laud.udistrital.edu.co>

Fuenmayor, C. A., & Licciardello, F. (2024). The challenges of food preservation materials and technologies for a more sustainable world. Food Packaging and Shelf Life, 43, 101273. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101273>

Ulloa-Murillo, L. M., Villegas, L. M., Rodríguez-Ortiz, A. R., Duque-Acevedo, M., & Cortés-García, F. J. (2022). Management of the organic fraction of municipal solid waste in the context of a sustainable and circular model: Analysis of trends in Latin America and the Caribbean. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(10), 6041. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106041>

Rueda-Velasco, F., Adarme-Jaimes, W., & González-Feliu, J. (2021). El sistema de distribución y la eficacia en programas de asistencia nutricional infantil. Caso Bienestarina - Colombia. *INGENIERÍA*, 26(2), 173-196. <https://doi.org/10.14483/23448393.15582>

Quispe Palomino, A., & Quispe Huisa, V. (2021). Reutilización y reciclaje de residuos sólidos en economías emergentes en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13184–13202. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1316

González Pachón, S., Téllez Rodríguez, L. V., & Tamara Pérez, E. D. (2024). Alimentando conciencias: Una aplicación para reducir el desperdicio de alimentos en Colombia [Proyecto de grado, Universidad EAN]. Repositorio Institucional EAN. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/14298>

Miranda, A. (2024, 4 de octubre). Bogotá lanza estrategia para reducir la pérdida y el desperdicio de cerca de 1,2 millones de toneladas de alimentos. Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. <https://desarrolloeconomico.gov.co/bogota-lanza-estrategia-para-reducir-la-perdida-y-el-desperdicio-de-cerca-de-12-millones-de-toneladas-de-alimentos/>

Sánchez, E. (2022, 28 de septiembre). Soluciones tecnológicas para reducir el desperdicio de alimentos. AINIA. <https://www.ainia.com/ainia-news/soluciones-tecnologicas-para-reducir-el-desperdicio-de-alimentos/>

Departamento Nacional de Planeación. (2022, 16 de agosto). El DNP se une con las centrales de abastos para fortalecer los procesos logísticos y la reducción de pérdida de alimentos. https://www.dnp.gov.co/Prensa/_Noticias/Paginas/el-dnp-se-une-con-las-centrales-de-abastos-para-fortalecer-los-procesos-logisticos-y-la-reduccion-de-perdida-de-alimentos.aspx

**Polanía, C. A. (2025). Sabores perdidos: Una radiografía sobre el desperdicio de alimentos en Bogotá. *Revistas UNIANDES*, 10922(10787). <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/nys/article/view/10922/10787>

**Secretaría de Planeación Distrital. (2019, diciembre). Política pública de seguridad alimentaria y nutricional 2019-2031. <https://www.sdp.gov.co/gestion-socioeconomica/politicas-sectoriales/politicas-publicas-sectoriales/politica-publica-de-seguridad-alimentaria-y-nutricional>

**Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia. (2025). Reporte de impacto Observatorio. <https://abaco.org.co/observatorio/>

Evaluación de Segundo Informe de Avance

Equipo: Arias, Cañaveral, Pinzón, Tolosa

Título del Proyecto: Sistema de recolección inteligente para reducir el desperdicio alimentario.

A. Informe Ejecutivo

Equipo han realizado un **ajuste estratégico muy inteligente y realista** al redefinir su proyecto como un estudio desk-based (basado en escritorio), dado el tiempo restante. Esta decisión demuestra madurez investigativa. El informe resultante es **coherente, bien estructurado y con una metodología adecuada** para este nuevo alcance. El marco teórico sigue siendo de un nivel excepcional. La nueva sección de metodología describe claramente el enfoque mixto documental y la selección de instrumentos basados en fuentes secundarias.

Prioridades de mejora:

1. **Clarificar Operacionalización de Variables:** La sección de definición de variables ³⁴ es conceptualmente sólida, pero la operacionalización (cómo se medirán usando datos secundarios) podría ser más explícita y detallada.

2. **Detallar Instrumento de Análisis Documental:** Aunque se mencionan los tipos de documentos, faltaría describir formalmente una matriz o ficha de análisis como el "instrumento" para sistematizar la recolección de datos secundarios.

B. Rúbrica Individual (Re-evaluación)

Criterio	Puntaje Máximo	Puntaje Asignado	Comentario Justificativo
1. Problema	15	15	El problema sigue siendo relevante, bien argumentado y perfectamente estructurado.
2. Objetivos	10	10	Los objetivos son claros, factibles dentro del nuevo alcance documental y mantienen la coherencia.
3. Marco Teórico	20	18	El marco teórico es excepcional en contenido y estructura. Se mantiene como la mayor fortaleza.
4. Metodología	25	20	El enfoque desk-based ³⁵ está bien justificado. La definición conceptual de variables ³⁶ es buena, pero la operacionalización ³⁷ necesita más detalle. El muestreo documental ³⁸ es adecuado.
5. Instrumentos	10	8	Se describen correctamente los tipos de fuentes secundarias como "instrumentos" ³⁹ . Faltaría una descripción más formal de la herramienta de sistematización (ej. matriz).
6. Técnicas de Análisis	10	9	Las técnicas de análisis descriptivo, correlacional (exploratorio) y temático ⁴⁰ son coherentes con el enfoque mixto documental y están bien descritas.

Criterio	Puntaje Máximo	Puntaje Asignado	Comentario Justificativo
7. Calidad Redaccional	10	9	La redacción es de alta calidad. El formato APA es consistente.
TOTAL (sobre 100)	100	89	

C. Retroalimentación Accionable

- **Metodología (Variables):** En la sección de definición operacional⁴¹, sean más específicos. Por ejemplo, para "Volúmenes de desperdicio", indiquen: "Se medirán usando los datos en toneladas reportados por el DNP (2025) y Polanía (2025), procesados mediante estadística descriptiva (promedios, porcentajes)". Hagan esto para cada variable.
- **Metodología (Instrumentos):** Añadan una subsección describiendo formalmente su "Matriz de Análisis Documental". Expliquen qué columnas tendrá (ej. Fuente, Año, Tipo de Dato, Hallazgo Clave, Categoría Temática) y cómo la usarán para organizar la información extraída de las fuentes secundarias.

D. Calificación Final (Nueva Nota)

- **Nota: 17.8 / 20**
- **Justificación:** Una adaptación metodológica muy inteligente y bien ejecutada. El informe es de alta calidad y demuestra un excelente trabajo de investigación documental. La calificación es alta, con puntos menores de mejora en la precisión de la operacionalización y la formalización del instrumento de análisis.

E. Sugerencias para el Informe Final

1. **Ejecución:** Sistematizar toda la información recolectada de las fuentes secundarias en su Matriz de Análisis Documental.
2. **Análisis de Resultados:** Presenten los hallazgos organizados por cada objetivo específico, utilizando las técnicas descriptivas y temáticas que plantearon. Usen tablas y gráficos para resumir datos cuantitativos clave.
3. **Discusión y Conclusiones:** Discutan cómo los hallazgos de su análisis documental responden a la pregunta sobre los factores de viabilidad. Sus conclusiones deben presentar el **diseño conceptual del prototipo** (objetivo 2) y la **estrategia de escalabilidad** (objetivo 5) como resultados centrales derivados del análisis.