

Infraestructuras básicas y seguridad alimentaria: Evidencia para economías en transición.

Trabajo Final de Máster

Máster Universitario en Economía, Regulación y Competencia en los Servicios Públicos

Universitat de Barcelona

Fecha:

14/04/2024

Autor del Trabajo:

Sandra Fanny Labra Quispe

Director del Trabajo:

Dr. Xavier Fageda

Máster ERCSP

Máster Universitario en
Economía, Regulación
y Competencia en los
Servicios Públicos



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

ÍNDICE

Resumen	3
1.- Introducción	4
2.- Revisión de la literatura	8
3.- Metodología y datos.....	15
4.- Resultados	23
5.- Conclusiones.....	31
6.- Bibliografía	33
7.- Apéndice.....	37

Resumen

Esta investigación contribuye a la literatura existente al evaluar el efecto de las infraestructuras básicas sobre dos dimensiones opuestas de la seguridad alimentaria: el suministro de energía alimentaria y la prevalencia de subalimentación. El estudio analiza un panel de 30 países de renta baja y renta media baja, evaluados del 2010 al 2023. Utilizando una estimación de efectos fijos encontramos que la mejora de la seguridad alimentaria en países en transición depende en gran medida de la expansión y calidad de las infraestructuras básicas como agua, energía y transportes. Como análisis complementario, aplicamos un modelo DiD escalonado (CS) para estimar el impacto causal de la adhesión a los ODS sobre la seguridad alimentaria. Los resultados revelan efectos significativos: los ODS logran un aumento del 7.5% en el suministro de energía alimentaria y una reducción del 10.8% en la prevalencia de subalimentación en contraste con el escenario contrafactual sin adhesión. Lo que refuerza el papel de los ODS como herramienta de política pública en la reducción del hambre.

Palabras clave: Infraestructuras básicas; Seguridad alimentaria; Efectos Fijos; Objetivos de Desarrollo Sostenible, DiD escalonado.

Agradecimientos

La autora agradece a la Fundación Carolina y a la Universitat de Barcelona por el respaldo financiero otorgado, que ha sido esencial para la realización del programa de posgrado. Asimismo, agradezco el asesoramiento íntegro y constante del profesor Xavier Fageda, así como las pertinentes aportaciones de Daniel Albalade y Joan Ramon Borrell. La responsabilidad de cualquier error u omisión en la versión final corresponde exclusivamente a la autora.

1.- Introducción

La inseguridad alimentaria continúa siendo uno de los desafíos más urgentes y persistentes a nivel global, particularmente en un contexto de crecimiento demográfico acelerado y de rápida urbanización. Estas dinámicas imponen mayores presiones sobre los sistemas agroalimentarios y se acentúan más por los efectos del cambio climático (Osabohien, 2024; Schmidt et al., 2022).

A cinco años del vencimiento del plazo establecido por la agenda 2030, los indicadores globales sobre hambre e inseguridad alimentaria no reflejan una trayectoria alineada con la erradicación de la subalimentación, a escala mundial estamos lejos de alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 de Hambre Cero (ONU, 2023). Los datos actuales evidencian que la prevalencia global de inseguridad alimentaria se ha mantenido prácticamente sin cambios significativos durante tres años consecutivos, tras un incremento abrupto provocado por la pandemia de Covid-19. Al 2023 más de 2,330 millones de personas padeció inseguridad alimentaria moderada o grave, lo que representa el 28.9% de la población mundial (FAO et al., 2024).

Es importante destacar que pese a que, en los últimos diez años, todas las regiones han crecido económicamente, su efecto sobre la reducción de la inseguridad alimentaria no ha sido igual en todos los países (FMI, 2023), especialmente en los países clasificados como países de renta baja y renta media baja, donde se concentra el mayor porcentaje de la población con prevalencia de subalimentación alcanzando un 71.5% y 52,6% respectivamente (FAO et al., 2024).

Si bien la disponibilidad de renta está fuertemente asociada a la inseguridad alimentaria (Barraza & Ortega, 2024), el limitado acceso a infraestructura básica también contribuyen a incrementar los niveles de subalimentación (Bruce y Cameron, 2015). En tanto, el problema estructural radica en que la seguridad alimentaria no recibe la prioridad suficiente en la agenda pública (FAO, 2012). En ese sentido, es imperante analizar como tienen que movilizarse las políticas

públicas y las inversiones para revertir las actuales tendencias de la inseguridad alimentaria. Es aquí donde el papel de las inversiones en infraestructuras base como el suministro de agua, energía y transportes cobra relevancia, al constituir un componente esencial para garantizar el acceso físico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos.

El objetivo central de la presente investigación es, por tanto, evaluar el efecto de la provisión de infraestructura básica sobre la seguridad alimentaria. Mas precisamente, intentaremos dar respuesta a la pregunta: ¿Cuál es el efecto de las infraestructuras básicas sobre la seguridad alimentaria en países de renta baja y renta media baja? Para dar respuesta a esta pregunta, primero definimos un marco conceptual sencillo, donde presentamos los mecanismos de propagación de las infraestructuras sobre la seguridad alimentaria, a partir de este marco conceptual construimos la especificación empírica de nuestro modelo de efectos fijos el cual nos permitirá cuantificar la magnitud del efecto causal.

Como análisis complementario evaluamos el impacto causal de la política de adhesión a los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre un objetivo específico; el ODS 2 de “Hambre Cero”. Aunque el ODS 2 establece compromisos explícitos para erradicar el hambre y mejorar el acceso a alimentos, surge el cuestionamiento sobre sí; ¿La adhesión a la agenda 2030 a través de los ODS se traduce en mejoras tangibles en la seguridad alimentaria o es una adhesión meramente simbólica?

Para ello recopilamos un conjunto de datos anuales para 30 países de renta baja y renta media baja clasificados por el Banco Mundial según umbral de renta. Se utilizan dos fuentes de datos principales; FAO y Banco Mundial y dos fuentes complementarias; Our World in Data y Searates by DP World los cuales nos permiten obtener datos sobre indicadores de seguridad

alimentaria y aquellos asociados a infraestructuras básicas, todos para un horizonte temporal de 14 años, desde el 2010 al 2023.

Nuestra contribución es triple por un lado analizamos y generamos evidencia empírica respecto a un problema global poco explorado desde el ámbito de la economía y la provisión de los servicios públicos. A diferencia de gran parte de la literatura que analiza las infraestructuras de forma aislada, este estudio adopta un enfoque integrado, examinamos simultáneamente los efectos de las infraestructuras hídrica, energética y de transportes sobre la seguridad alimentaria. Con esto buscamos cuantificar los efectos y responder a los nexos teóricos planteados por (Asaki et al., 2024; Kanda et al., 2023; Schmidt et al., 2022; Gulati et al., 2013).

Por otro lado, a diferencia de los enfoques unidimensionales comunes en la literatura, este estudio evalúa dos dimensiones opuestas y complementarias de la seguridad alimentaria: el suministro de energía alimentaria, como indicador de seguridad alimentaria y la prevalencia de la subalimentación como manifestación directa de inseguridad alimentaria. Este enfoque dual no solo nos permite contrastar la robustez empírica de nuestro modelo a través de ambos extremos, sino que facilita la identificación de posibles efectos asimétricos o diferenciales de las variables explicativas que incluimos en nuestras regresiones.

Por último, esta investigación constituye la primera aproximación empírica que evalúa de forma específica el impacto de la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre un objetivo específico: el ODS 2 de “Hambre Cero”. Con esta aproximación buscamos discernir si la adopción institucional de estos compromisos por parte de los países refleja un verdadero compromiso operativo o simplemente un acto simbólico de adhesión. Además, aprovechamos este análisis para dar respuesta empíricamente a uno de los planteamientos metodológicos relevantes propuestos por (Huan et al., 2021).

Nuestros hallazgos empíricos evidencian que las infraestructuras básicas de agua, energía y transporte influyen significativamente en ambos extremos de la seguridad alimentaria. Asimismo, encontramos efectos relevantes de las variables de gasto público en agricultura y la apertura comercial agrícola. Por otro lado, variables institucionales como los derechos de propiedad, la eficacia del gobierno y la adopción de políticas sostenibles ODS, si bien no resultaron significativos, siguen siendo relevantes ya que su impacto está condicionado por limitaciones estructurales e institucionales que son propias de este tipo de economías en transición donde la gobernanza débil y la inseguridad jurídica siguen afectando a la implementación efectiva de políticas públicas en materia de seguridad alimentaria.

Análogamente, los resultados del estimador de Callaway y Sant'Anna revelan que la adhesión de los países a los ODS tiene un efecto general significativo. Concretamente los ODS logran un aumento del 10.8% en el suministro de energía alimentaria y una reducción del 7.5% en la prevalencia de subalimentación en contraste con el escenario contrafactual sin adhesión. Lo que refuerza el papel de los ODS como instrumento de política en la reducción progresiva del hambre.

La investigación se organiza de la siguiente manera. La sección 2 ofrece una revisión exhaustiva de la literatura. La sección 3 detalla el método de evaluación empírica. La sección 4 presenta los principales resultados y las implicaciones políticas. La sección 5 establece las conclusiones.

2.- Revisión de la literatura

2.1.- El derecho a la alimentación

El derecho a la alimentación global fue incorporado como un derecho humano en el artículo 25 en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 y oficialmente recogido en la Cumbre Mundial de la Alimentación de 1996, el cual establece el acceso físico, social y económico permanente a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para llevar una vida activa y sana (ONU, 2002). Desde entonces la seguridad alimentaria ha estado notablemente influenciado por los aportes de (Amartya, 2002; Ziegler, 2007) que postulan que el hecho de que sea definido como un derecho permite que se vaya avanzando en la consecución del mismo, es decir; las personas no pueden exigir la erradicación del hambre, pero si políticas públicas que conduzcan a la eliminación progresiva de la misma.

2.2.- Un enfoque de nexos entre agua, energía, transporte y alimentación

Existe un amplio consenso de que la infraestructura física desempeña un rol estratégico en la mejora de la calidad de vida y la reducción de la pobreza (Khan, 2001; Parnell y Pieterse, 2014). Sin embargo, estudios como los de (Amartya, 2002; Ogun, 2010; Nagesso et al., 2019) sostienen que el desarrollo de infraestructura de forma aislada sin una relación de complementariedad puede generar rendimientos sociales decrecientes, en tanto el desarrollo de infraestructura social es fundamental para reducir la pobreza de los hogares y la inseguridad alimentaria.

En muchas economías el estado desempeña un papel central en el desarrollo de estas infraestructuras sociales como los sistemas de suministro de agua, energía o transportes, la provisión de este tipo de servicios es un eje transformador en la relación Estado-ciudadanía. En este marco, el papel de las infraestructuras básicas de agua, energía y transporte en la seguridad alimentaria ha ganado relevancia en la literatura reciente, especialmente por su

capacidad de mejorar la disponibilidad, estabilidad y el acceso físico a los alimentos (Asaki et al., 2024; Kanda et al., 2023; Schmidt et al., 2022; Gulati et al., 2013). Sin embargo, muchos estudios tienden a analizar estas infraestructuras de forma aislada, sin capturar las sinergias y complementariedades entre ellas como (Osabohien, 2024; Adekoya et al., 2023; Pondie et al., 2023; Candelise et al., 2021).

En particular, algunos estudios indican que el nexo entre agua, energía y alimentos son multidimensionales y dinámicas. El primer nexo es la del agua con los alimentos y la energía; el agua es fundamental en la producción de alimentos (más del 70% de todo el uso de agua a nivel mundial) como de energía, lo que garantiza el sostenimiento de la actividad agrícola y otras actividades económicas que son críticas para lograr la seguridad alimentaria (Hellegers et al., 2008). Un segundo nexo es la de la energía con los alimentos y el agua; la energía es necesaria para la producción de alimentos y para el suministro de agua, incluyendo la extracción, purificación y distribución (Bazilian et al., 2011). En tanto, evaluar los nexos entre estos componentes puede ser un punto de partida para lograr una adaptación sostenible de la seguridad alimentaria, en particular de quienes carecen de acceso a estos servicios.

Concretamente estudios exploratorios como HLPE y Shaozhong (2015, 2014) en China proporcionan evidencia teórica de que, el acceso al agua en cantidad y calidad guarda una relación bidireccional con la seguridad alimentaria, el supuesto se basa en que la seguridad alimentaria no se puede lograr sin la seguridad hídrica. Oktiani y Khoirunurrofik (2024) y Tafesse (2012) alimentan este supuesto con base a evidencia empírica y encuentran que, en las regiones donde los sistemas de suministro de agua potable son más eficientes, tienden a exhibir una menor prevalencia de inseguridad alimentaria entre su población.

En la misma línea, Oktiani y Khoirunurrofik (2024) postulan teóricamente que el acceso a recursos hídricos y a infraestructuras de riego sostenibles son condiciones básicas para construir la seguridad alimentaria, su privación conducirá directamente a fluctuaciones en la producción de alimentos, causando verdaderas crisis alimentarias. De manera similar Gohar et al., (2015) evidencia de que los sistemas de riego no solo aumentan los rendimientos agrícolas, sino que también contribuyen a la reducción de la pobreza rural mediante mayores ingresos y estabilidad alimentaria. En tanto, en el marco de esta investigación, se examinan dos componentes clave de la infraestructura hídrica; el acceso al agua potable y la infraestructura de riego necesarios para la producción agrícola, este último muy poco abordado para estudios transnacionales por la literatura precedente.

La energía es el núcleo del desarrollo y un elemento clave en la seguridad alimentaria. La falta de acceso a fuentes de energía moderna constituye la disparidad más crítica del sistema energético actual. Esta desigualdad se evidencia de manera alarmante en dos problemas subyacentes: por un lado, aproximadamente 750 millones de personas carecen de acceso a la electricidad (80% concentrado en el África subsahariana); y por otro, más de 2000 millones de individuos no disponen de combustibles limpios para la cocción de sus alimentos (IEA, 2024). En tanto cuestiones de asequibilidad y equidad son el centro del debate energético actual dado sus fuertes repercusiones sobre la calidad de vida y los sistemas alimentarios.

En nuestra investigación, cuando abordamos los impactos del acceso a la energía en la seguridad alimentaria, nos centramos en aquellos efectos sobre la producción (disponibilidad), conservación y preparación (utilización) de alimentos. Si bien hay estudios recientes que evalúan estos efectos desde el acceso a energía eléctrica como (Osabohien, 2024; Pondie et al., 2023; Candelise et al., 2021) los resultados que encuentran son mixtos; por un lado el consumo de energía eléctrica por sí solo no respalda la expansión de la producción y seguridad

alimentaria, más bien depende de otras infraestructuras complementarias para garantizar su sostenibilidad como las infraestructuras de agua y transporte, los cuales pretendemos integrar.

Además, una dimensión importante del acceso a energía y que no está bien documentada empíricamente son los referidos a las fuentes de energía limpias para cocinar. Aproximaciones exploratorias como Bogdanski (2012) señalan que no se puede garantizar la seguridad alimentaria si no hay acceso a energía para poder cocinarlos. Además, Sola et al. (2016) respaldan la hipótesis de que la falta de combustible para cocinar puede influir en el tipo, cantidad y calidad de los alimentos consumidos. Mas recientemente, Adekoya et al., (2023) encuentran que los hogares que emplean fuentes de energía limpias para cocinar registran una dieta más variada y una menor inseguridad alimentaria.

Por otro lado, las barreras sociales de acceso asociados al transporte también amplifican el problema de acceso a los alimentos dando origen a los desiertos alimentarios especialmente en entornos rurales (Bublitz et al., 2019). alguna de las aproximaciones teóricas del vínculo entre la disponibilidad de infraestructura terrestre y la seguridad alimentaria, se analizaron con (Gao et al., 2019; Soysal et al., 2014; Frayne et al., 2014; Tong et al., 2013; Blimpo et al., 2013) quienes evidencian que la infraestructura terrestre opera como un eje de resiliencia ante la inseguridad alimentaria al facilitar flujos bidireccionales de recursos, por un lado crea redes de reciprocidad urbano-rurales a través de las remesas alimentarias; (i) al mejorar la entrega de insumos agrícolas y facilitar la distribución de alimentos desde las granjas hacia los mercados urbanos, (ii) al garantizar el suministro de comestibles desde áreas urbanas hasta comunidades rurales. En tanto las carreteras permiten conectar regiones de producción y consumo.

Estudios más recientes y con aproximaciones más cuantitativas (Abdullah y Wang, 2024; Oktiani y Khoirunurrofik, 2024; Zhang & Wu, 2022; Zhan et al., 2022; Shamdasani, 2021;

Zhou et al., 2021) evidencian que una mejor accesibilidad a través de las redes de carreteras facilita el acceso a alimentos asequibles, seguros y estables. Esto se explica por tres efectos (i) la mejora de carreteras facilita el movimiento de insumos agrícolas, lo que aumenta la capacidad de producción de los agricultores y con esto la estabilidad de alimentos, (ii) los avances en transporte terrestre reducen el tiempo de viaje y los costos de transporte, esto permite a los productores llegar a mercados distantes y a consumidores acceder a alimentos más asequibles. (iii) además una mayor conectividad puede estimular el crecimiento de industrias basadas en agricultura. Si bien estos estudios realizan grandes aportes, la mayoría se centran en contextos nacionales específicos, por lo que la literatura transnacional sigue siendo limitada.

Otra infraestructura de transporte relevante son los puertos, diversos estudios en China, Europa y África han evidenciado el impacto positivo de la infraestructura portuaria sobre el crecimiento económico (Ayesu et al., 2023; Cong et al., 2020; Mudronja et al., 2019; Song y Geenhuizen, 2014). Sin embargo, hasta ahora solo se tienen aproximaciones cualitativas y muy limitadas de su efecto en la seguridad alimentaria, por ejemplo estudios teóricos de (Sahoo et al., 2024; Pavlova, 2022) plantean que la inversión en puertos mejora la resiliencia del sistema alimentario ante choques externos, además de generar efectos positivos en cascada, desde incrementos en la competitividad del país en mercados internacionales, acceso a insumos agrícolas importados, incrementos en la producción de alimentos hasta un mayor suministro de alimentos a menor costo. Este estudio incorpora la infraestructura portuaria, cuya influencia en las cadenas de suministro y acceso interregional ha sido escasamente explorada.

Una vez evaluada la literatura precedente, el marco conceptual de este estudio plantea la hipótesis de que el acceso a infraestructuras básicas como agua, energía y transporte mejoran la seguridad alimentaria en ambos extremos. En tanto, los mecanismos de propagación de los efectos se dan a través de un enfoque de nexos complementarios (ver Figura 1).

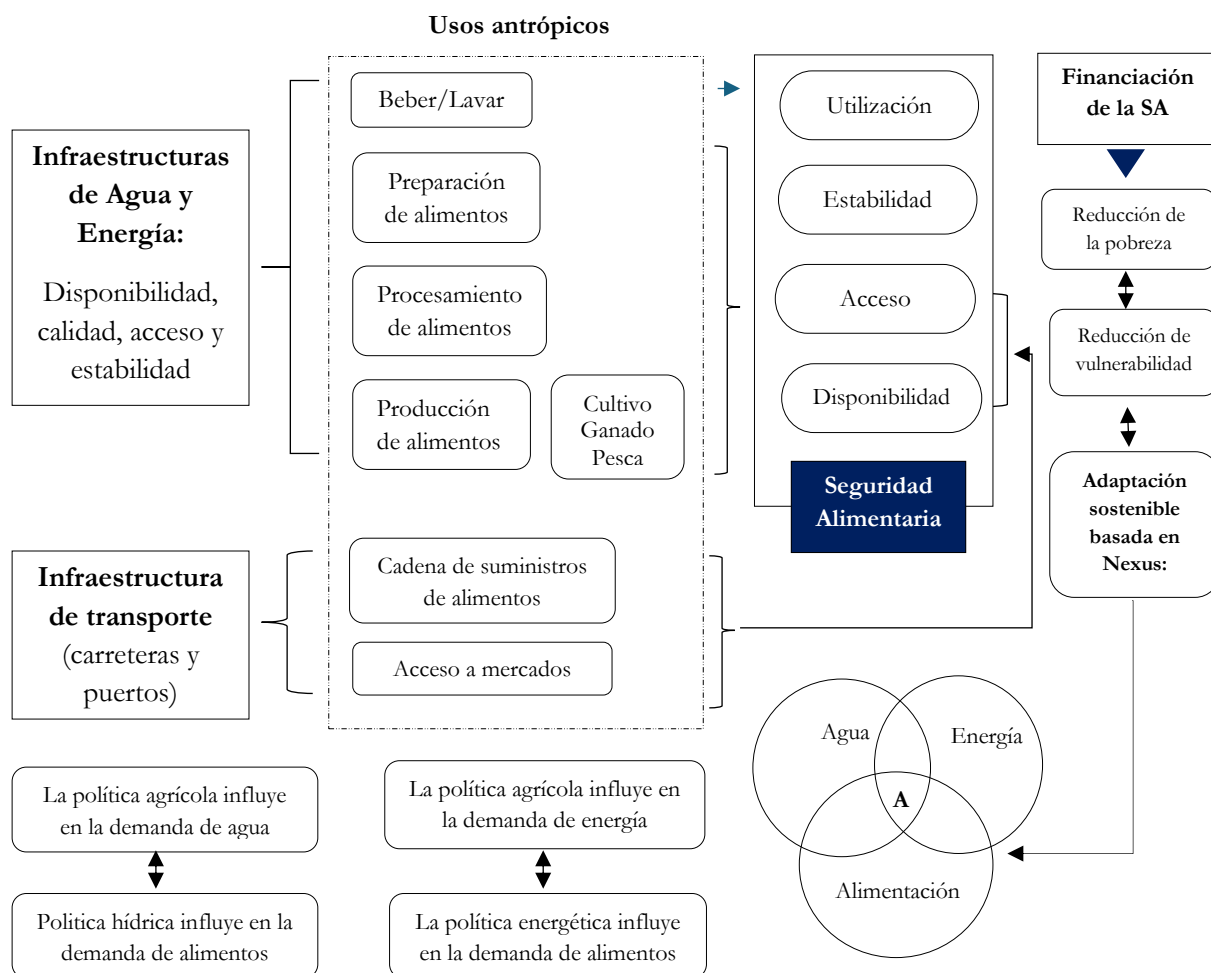


Figura 1. Marco conceptual del mecanismo de transmisión de los efectos de la infraestructura sobre la seguridad alimentaria. Nota: Elaboración propia basada en la síntesis de la literatura revisada.

Son muy escasos los estudios que hayan abordado los derechos de propiedad de la tierra sobre la seguridad alimentaria. Algunos de los estudios más recientes muestran una relación positiva entre los derechos formales de propiedad de la tierra y la productividad agrícola (Séogo y Zahonogo, 2023). Otros estudios sugieren que si bien los derechos de propiedad se asocian positivamente con la seguridad alimentaria por su capacidad de aportar garantías y acceder a líneas de crédito para inversiones agrícolas (Chheng y Resosudarmo, 2021) sus efectos no pueden ser concluyentes o significativos en contextos donde existe incertidumbre institucional (Nizalov et al., 2016), o en contextos donde los regímenes legales son disfuncionales propios de economías en transición (Bromley, 2009). Para contrastar estos resultados mixtos, nuestra

investigación incorpora esta variable en un enfoque transnacional, ampliando así el alcance de la evidencia existente, predominantemente limitada a estudios de caso nacionales.

También es relevante mencionar que la literatura sobre apertura comercial agrícola (Dithmer y Abdulai, 2017) y gasto público en agricultura (Cuesta et al., 2013) se asocian positivamente con la seguridad alimentaria. Sin embargo, un punto de inflexión que consideramos en nuestro estudio es el papel de la gobernanza en la consecución de los objetivos de seguridad alimentaria. Por ejemplo, en el África Subsahariana se ha encontrado evidencia empírica de que la gobernanza es el principal impulsor de la inseguridad alimentaria (Ogunniyi et al., 2020). Esto es atribuible a que estas economías se asocian con instituciones débiles y desestructuradas. Por otro lado, estudios como los de (Soko et al., 2023) evidencian de que se puede lograr la seguridad alimentaria en países con mayor calidad institucional (caso Asia), mientras que aquellos con menor calidad institucional (caso África Subsahariana) están lejos de alcanzarla.

2.3.- Hambre cero y los compromisos comunes de la Agenda 2030.

En setiembre del 2015, 193 países adoptan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de una agenda global ambiciosa para enfrentar los principales desafíos sociales, económicos y ambientales del siglo XXI (ONU, 2015). Dentro de esa agenda, sitúan a la seguridad alimentaria en el centro de los compromisos multilaterales de la agenda 2030 (FAO et al., 2024; ONU, 2023).

Actualmente, la mayoría de los países miembros han incorporado en sus estrategias y políticas nacionales el desarrollo de la agenda 2030 de los ODS. Sin embargo, la literatura sobre el impacto de estas políticas adhesivas globales como los ODS sobre objetivos específicos es muy escasa. Si bien hay estudios que evalúan políticas o acuerdos transnacionales concretos estos se realizan sobre el “desarrollo sostenible compuesto” y no en objetivos específicos (Zhao et al.,

2020; Ren et al., 2020; Bakucs et al., 2019; Lucas et al., 2019). Este tipo de evaluación podría comprometer la precisión de la evaluación dado la naturaleza compleja e interrelacionada del desarrollo sostenible (Wu, 2025).

En tanto, en el marco de esta investigación buscamos evaluar empíricamente el efecto causal de la política asociada a los ODS sobre indicadores específicos del ODS 2 de “Hambre cero”. Con esta primera aproximación pretendemos contrastar la eficacia de los compromisos comunes de la agenda 2030, tomando especial atención a aquellos países en desarrollo cuyas características y problemas estructurales resultan mayoritariamente homogéneas. Y a la vez buscamos responder empíricamente a uno de los planteamientos metodológicos relevantes propuestos por (Huan et al., 2021).

3.- Metodología y datos

Para evaluar como la provisión de infraestructura básica impacta sobre la seguridad alimentaria, exploramos un conjunto de datos anuales para el 2010-2023. Analizamos un panel de 30 países de renta baja y renta media baja detallados en la Tabla A1 del apéndice.

Concretamente nuestra base de datos contiene, datos sobre (i) seguridad alimentaria alcanzado a través del suministro de energía alimentaria, este indicador mide el promedio nacional de suministro de energía alimentaria (SDA) expresado en calorías per cápita al día. (ii) inseguridad alimentaria reflejada por el indicador de prevalencia de subalimentación, este indicador estima la proporción de la población que se enfrenta a una grave privación de alimentos o que su consumo habitual de alimentos es insuficiente para proporcionarle los niveles de energía alimentaria necesarios para llevar una vida normal, activa y sana. Ambas variables se recopilan de la FAO lo que garantiza su comparabilidad internacional y su relevancia analítica.

Como variables explicativas principales, se consideran distintos indicadores asociados a infraestructuras básicas, agrupados en tres dimensiones clave: agua, energía y transporte. Su inclusión se sustenta en la literatura revisada previamente que reconoce la existencia de un nexo estructural y complementario entre estos tres tipos de infraestructura, ya que ninguna de estas dimensiones, de manera aislada, podría garantizar mejoras sostenidas en seguridad alimentaria.

Además, se incorporan variables adicionales como el gasto público en agricultura, el índice de apertura comercial agrícola, los derechos de propiedad y una variable institucional asociada a la eficacia del gobierno. La inclusión de esta última es relevante dado que responde a una de las críticas recurrentes sobre el desarrollo económico: la dificultad de los países en desarrollo para superar la trampa de la pobreza, una situación que a menudo se ve influenciada por los altos niveles de corrupción y fragilidad institucional, en tanto dicha variable captura ese fenómeno, permitiendo evaluar como las deficiencias en la gobernanza impactan negativamente en la calidad de los servicios públicos incluidas las condiciones de seguridad alimentaria.

Asimismo, construimos una variable ficticia asociada a la agenda 2030, el cual toma el valor de uno a partir del año en que cada país formaliza su adhesión a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y cero en caso contrario. Aunque los ODS no constituyen una política de cumplimiento obligatorio, su adopción representa un compromiso político con metas claras en ámbitos como la erradicación del hambre (ODS2), el acceso a agua limpia (ODS6), la energía asequible y limpia (ODS7) y la infraestructura resiliente (ODS9). Estos objetivos están directamente relacionados con la seguridad alimentaria, en tanto, su inclusión representa un punto de inflexión para evaluar si la adhesión a los ODS genera cambios estructurales en estos países respecto a la seguridad alimentaria o solo actúa como un marco de referencia, ver Figura 2.

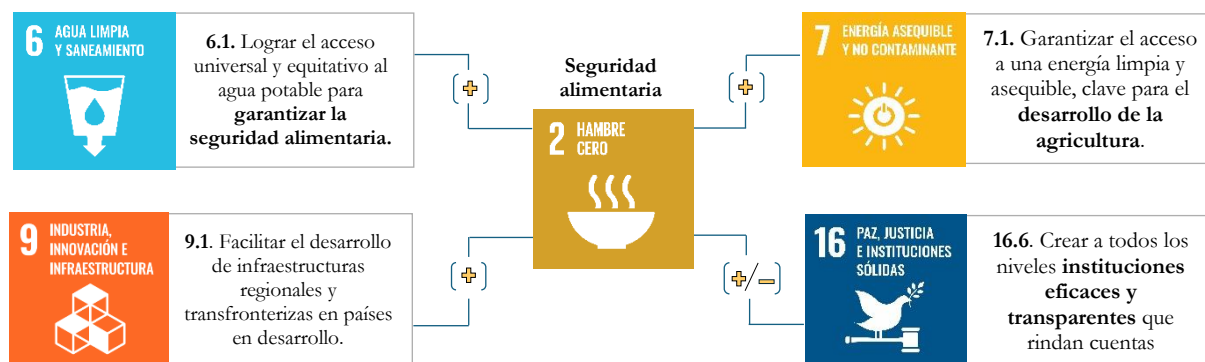


Figura 2. Esquema de la relación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el ODS 2 de seguridad alimentaria. Nota. Elaboración propia.

Como variables de control se han considerado a la renta per cápita por país y a la población, dichas variables de control se incluyen para capturar las diferencias estructurales entre países que podrían influir en los niveles de seguridad alimentaria.

la Tabla 1 que detalla los estadísticos descriptivos para el análisis econométrico. Observamos que el suministro de energía alimentaria alcanza un promedio de 2,474.53 Kcal/persona/día con una amplia variabilidad entre 1,519 y 3,518 kcal. Lo mismo ocurre con prevalencia de subalimentación con una media del 19.84%, oscilando entre 1.7% y 71.4% y las variables de infraestructuras básicas que también muestran una alta heterogeneidad lo que refleja importantes diferencias estructurales entre los países analizados.

Por otro lado, la Tabla A2 del apéndice, además de exhibir una mayor heterogeneidad entre países lo que refleja diferencias estructurales persistentes. También refleja cierta variabilidad interna. En tanto, emplear un modelo de efectos fijos podría resultar adecuado para controlar esas diferencias estructurales inobservadas y constantes en el tiempo detectadas en la Tabla A2.

Tabla 1. Variables utilizadas en el modelado econométrico

Variable	Indicador	Fuente	Media	Desv. Estándar	Min	Max
(ISA) Suministro de energía alimentaria	Suministro de energía alimentaria utilizado en la estimación de la prevalencia de la subalimentación (kcal/persona/día)	FAO	2474.53	394.754	1519	3518
(PDS) Prevalencia de subalimentación	Prevalencia de la subalimentación (%)	FAO	19.84	13.793	1.7	71.4
(IA_SAP) Acceso a agua potable	Porcentaje de la población que utiliza servicios de agua potable (%)	Banco Mundial	45.51	25.343	5	97
(IA_RI) Infraestructura de riego	Porcentaje de las tierras cultivables que están equipadas para el riego (%)	FAO	3.12	4.494	0.1	25.4
(IE_ACL) Combustibles limpios para cocinar	Porcentaje de la población con acceso a combustibles limpios para cocinar (%)	Our World in Data	7.8	2.619	1.698	13.847
(IE_UEA) Uso energía en agricultura	Uso de energía en la agricultura (Terajulio)	FAO	34.67	35.475	0.3	99.7
(IT_CAR) Carreteras	Longitud de la red vial total de carreteras en (kilómetros)	Banco Mundial	10.89	1.084	7.918	13.413
(IT_PTS) Puertos	Cantidad de infraestructura portuaria por país	Searates by DP World.	0.41	1.204	0	9
(INV_GPA) Gasto publico agricultura	Gasto público en Agricultura, silvicultura, pesca (Millones de USD)	FAO	5.24	1.875	1.011	12.995
(COM_IAC) Índice apertura comercial agrícola	Índice de apertura comercial agrícola (indicador)	FAO	0.07	0.07	0.01	0.82
(GOB_EG) Eficacia del gobierno	Eficacia del gobierno (indicador)	FAO	30.16	12.002	7	61.6
(DER_DPT) Derecho de propiedad	Proporción de tierras agrícolas que tienen derechos de propiedad (%)	Banco Mundial	-1.05	0.841	-2.996	0.831
(POL_ODS) Objetivos de Desarrollo Sostenible	Países que adoptan o no la Agenda 2030. 1 =Se incorporan a la agenda 2030 0 =No se incorporan a la agenda 2030	ONU	0.48	0.5	0	1
(ECO_PBI) PBI per cápita	Producto interno bruto (PIB) a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) per cápita.	Banco Mundial	8.23	0.841	6.168	9.791
(POB) Población	Población total de cada país	Banco Mundial	10.386	1.219	7.901	14.178

La Tabla 2, muestra la matriz de correlaciones de las variables de seguridad alimentaria y sus posibles predictores. En general, como era de esperarse: el suministro de energía alimentaria se correlaciona positivamente con las variables de infraestructura básica (agua, energía y transportes) y negativamente con la prevalencia de subalimentación. A nivel general se observa una baja interdependencia, lo que indica que no se identifican problemas graves de multicolinealidad.

Tabla 2. Matriz de correlación de variables.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(1) Suministro de energía alimentaria	1														
(2) Prevalencia de subalimentación	-0.874	1													
(3) Acceso a agua potable	0.473	-0.28	1												
(4) Infraestructura de riego	0.103	-0.163	0.082	1											
(5) Energía limpia para cocinar	0.674	-0.53	0.686	0.262	1										
(6) Uso energía en agricultura	0.411	-0.356	0.482	0.507	0.668	1									
(7) Carreteras	0.393	-0.478	0.138	0.153	0.46	0.397	1								
(8) Puertos	0.135	-0.144	0.037	0.131	0.077	0.134	-0.069	1							
(9) Gasto publico agricultura	0.527	-0.602	0.154	0.573	0.365	0.597	0.35	0.232	1						
(10) Apertura comercial agrícola	0.182	-0.076	0.236	-0.085	0.296	0.025	-0.04	-0.105	-0.027	1					
(11) Eficacia del gobierno	0.309	-0.399	-0.077	0.056	0.011	0.143	0.088	0.203	0.486	-0.105	1				
(12) Derechos de propiedad	0.108	-0.078	-0.262	-0.285	-0.128	-0.265	-0.026	0.026	-0.12	0.162	0.306	1			
(13) ODS	-0.017	0.036	-0.115	0.033	-0.063	-0.009	-0.028	-0.038	0.015	0.064	0.073	0.166	1		
(14) PBI per cápita	0.678	-0.625	0.481	0.154	0.71	0.569	0.371	0.165	0.464	0.067	0.403	-0.117	0.008	1	
(15) Población	0.164	-0.263	0.025	0.586	0.171	0.512	0.472	0.204	0.742	-0.132	0.177	-0.295	0.094	0.137	1

3.1. Modelo econométrico

Dado que en nuestro panel existe una gran heterogeneidad, es razonable asumir la presencia de heterogeneidad no observada entre las unidades del panel. En tanto para controlar por estos factores invariables en el tiempo que podrían sesgar las estimaciones, empleamos un modelo de efectos fijos inspirado en Pondie et al., (2023), bajo este enfoque asumimos que cada país presenta un efecto individual fijo que no varía a lo largo del periodo analizado. Además, partimos del supuesto de homocedasticidad de los errores por lo que los efectos específicos no observados se capturan únicamente a través del término residual.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 IB_{it} + \theta X_{it} + \lambda_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde Y_{it} representa las variables dependientes, β_0 denota los efectos fijos del país, asimismo la variable de interés principal es IB_{it} que captura la dotación de infraestructuras básicas, θX_{it} denota a otras variables de control que incluyen variables de política y variables institucionales relevantes para el estudio, λ_i captura los efectos fijos por país, ν_t son las variables ficticias de año y ε_{it} es el termino de error.

Nuestro análisis empírico tiene como objetivo evaluar simultáneamente dos dimensiones complementarias pero opuestas de un mismo fenómeno “seguridad alimentaria”, es decir; una mide el nivel de seguridad alimentaria alcanzado a través del suministro adecuado de energía alimentaria per cápita, mientras que la otra refleja la prevalencia de subalimentación, entendida como una manifestación directa de la inseguridad alimentaria. Su evaluación simultanea nos permite no solo verificar la consistencia de los resultados empíricos en ambos extremos, sino también nos permite identificar posibles efectos asimétricos o diferenciales de las variables explicativas. Esta evaluación empírica se desglosa en las ecuaciones (2) y (3).

$$ISA_{it} = \beta_0 + \beta_1 SAP_{it} + \beta_2 RI_{it} + \beta_3 UEA_{it} + \beta_4 ALC_{it} + \beta_5 CAR_{it} + \beta_6 PTS_{it} + \theta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$PDS_{it} = \beta_0 + \beta_1 SAP_{it} + \beta_2 RI_{it} + \beta_3 UEA_{it} + \beta_4 ALC_{it} + \beta_5 CAR_{it} + \beta_6 PTS_{it} + \theta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Bajo esta aproximación esperaríamos que los signos de los coeficientes correspondientes a las variables de infraestructura sean coherentes pero opuestos en dirección, es decir, esperaríamos un efecto positivo sobre los niveles de seguridad alimentaria y simultáneamente un efecto negativo sobre la prevalencia de inseguridad alimentaria (ver Figura 3). Con esto respaldaríamos la consistencia estructural del modelo y confirmaríamos que los mecanismos de influencia actúan en las direcciones esperadas sobre ambos extremos de la seguridad alimentaria.

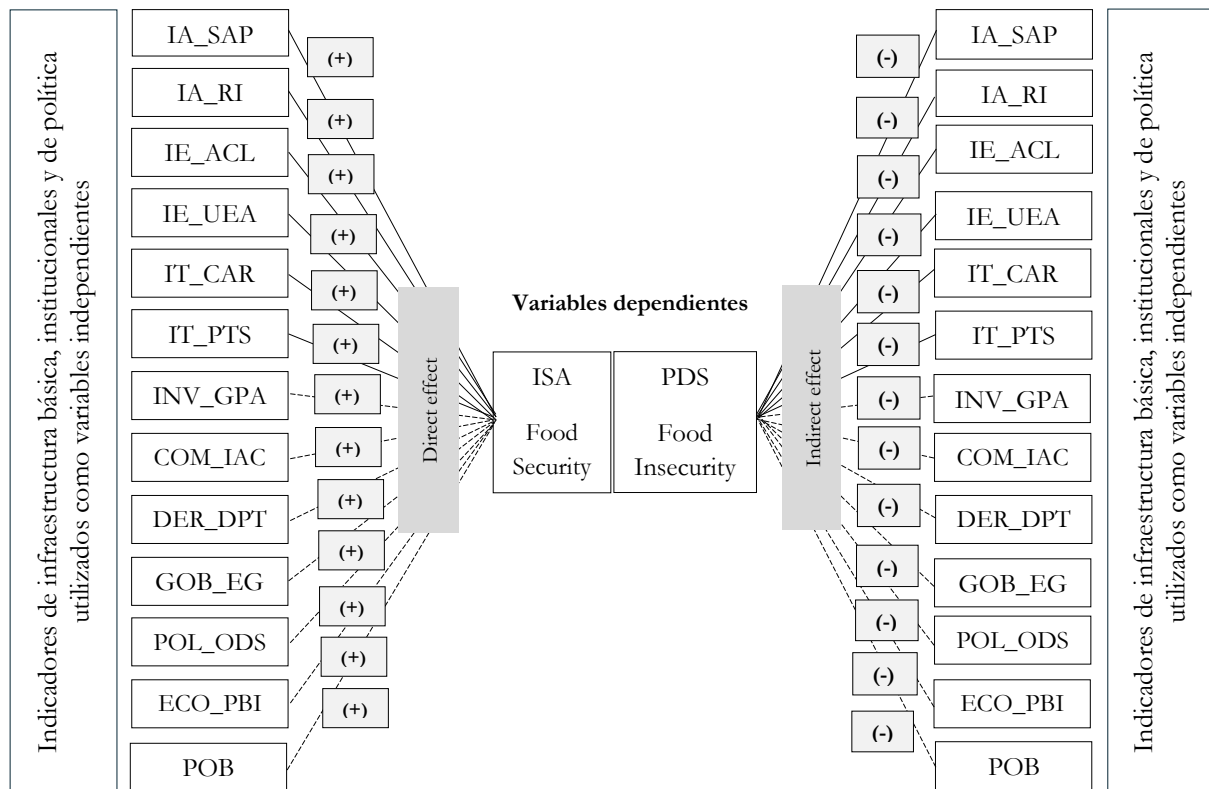


Figura 3. Nota: las variables se describen como IA_SAP; acceso a agua potable, IA_RI; porcentaje de tierras equipadas con infraestructura de riego, IE_ACL; acceso a combustibles limpios para cocinar, IE_UEA; uso de energía en agricultura, IT_CAR, densidad de carreteras, IT_PTS; infraestructura portuaria por país, INV_GPA; gasto público en agricultura, COM_IAC; índice de apertura comercial agrícola, DER_DPT; tierras agrícolas con derechos de propiedad, GOB_EG; eficacia del gobierno, POL_ODS, adhesión a la agenda 2030, ECO_PBI; PBI per cápita, POB; población.

Por otro lado, con el fin de garantizar la validez de las inferencias causales en el modelo de datos panel estimado, utilizamos como método de estimación los errores estándar robustos propuesto por Driscoll y Kraay. Esta decisión metodológica responde a la detección de posibles violaciones a los supuestos clásicos del modelo, como heterocedasticidad, autocorrelación serial y dependencia transversal entre los países analizados. En tanto el método de Driscoll y Kraay ajusta la matriz de varianzas y covarianzas de forma que nos permite obtener errores estándar consistentes.

Para el análisis complementario y dado que los países se adhieren gradualmente a los ODS, empleamos el estimador de diferencias en diferencias con tratamiento escalonado propuesto por (Callaway y Sant'Anna, 2021), esto nos permite estimar efectos promedio de tratamiento

para cada cohorte específico, evitando los sesgos asociados al uso de unidades tratadas como controles en periodos posteriores. Esta estrategia resulta especialmente adecuada para contextos donde las políticas públicas se implementan en momentos distintos y los efectos pueden variar en el tiempo (Callaway et al., 2024). Además, incorporamos controles estructurales del modelo base (EF) para capturar heterogeneidades entre los países analizados. La ecuación (4.1 y 4.2) muestra la especificación del modelo.

$$\log (ISA)_{it} = \alpha + \beta . ODS_{it} + \gamma X_{it} + \lambda_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

$$\log (PDS)_{it} = \alpha + \beta . ODS_{it} + \gamma X_{it} + \lambda_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

Donde la variable dependiente captura a ambos extremos de la seguridad alimentaria tanto del suministro de energía alimentaria y la prevalencia de subalimentación en el país i en el periodo t . La variable ODS_{it} es nuestra variable binaria principal que toma el valor de 1 si el país i ha adoptado los ODS en el año t o después, X_{it} es un vector de covariables, λ_i denota efectos fijos por país, δ_t captura efectos fijos por año y ε_{it} es el termino de error.

Esta especificación nos permite estimar el efecto de la adhesión a los ODS sobre la seguridad alimentaria, comparando los cambios en los países tratados con aquellos que no adoptaron formalmente la agenda 2030. Además, a diferencia del estimador tradicional de efectos fijos (TWFE), el enfoque CS permite controlar la heterogeneidad temporal, corregir sesgos por tratamientos escalonados y analizar efectos dinámicos, validando además el supuesto de tendencias paralelas mediante gráficos de eventos. Esta metodología resulta especialmente pertinente para nuestro estudio, dado el carácter progresivo y diferenciado con los que los países en transición adoptaron la agenda 2030.

4.- Resultados

La Tabla 4 contiene los resultados que responden al objetivo del análisis empírico, donde se evalúa simultáneamente a dos dimensiones complementarias pero opuestas de la seguridad alimentaria. La regresión (1) utiliza al suministro de energía alimentaria como variable dependiente y la regresión (2) utiliza a la prevalencia de la subalimentación.

Tabla 4. Resultados de la estimación simultanea

Variables	(1) Suministro de energía alimentaria (LISA) [+]	(2) Prevalencia de subalimentación (PDS) [-]
Acceso a agua potable (IA_SAP)	0.002*** (0.000)	-0.153** (0.068)
Infraestructura de riego (IA_RI)	0.008*** (0.002)	-0.309 (0.280)
Combustibles limpios para cocinar (IE_ACL)	0.002*** (0.000)	-0.098*** (0.015)
Uso de energía en agricultura (IE_UEA)	0.001 (0.003)	-0.137 (0.286)
Longitud total de carreteras (IT_CAR)	0.047*** (0.007)	-6.697*** (0.811)
Infraestructura portuaria (IT_PTS)	0.009** (0.003)	-0.765** (0.293)
Gasto publico agricultura (INV_GPA)	0.005* (0.002)	-0.827* (0.394)
Apertura comercial agrícola (COM_IAC)	0.095*** (0.013)	-7.019*** (1.506)
Tierras con derechos de propiedad (DER_DPT)	0.001 (0.000)	-0.010 (0.031)
Eficacia del gobierno (GOB_EG)	0.014 (0.015)	-0.538 (1.236)
Objetivos de Desarrollo Sostenible (POL_ODS)	0.004 (0.006)	-1.142 (0.830)
PBI per cápita (ECO_PBI)	0.085*** (0.008)	-5.409*** (0.658)
Población (POB)	0.029 (0.053)	10.342** (4.507)
Within R-Squared	0.4709	0.4086
Año FE	Si	Si

Note: Errores estándar robustos (entre paréntesis)

*** Significancia estadística al 1%.

** Significancia estadística al 5%.

* Significancia estadística al 10%.

Concretamente evaluando los resultados para la infraestructura básica de agua, encontramos evidencia de que el acceso a agua potable contribuye positivamente al suministro de energía

alimentaria. Aunque la magnitud del efecto estimado es relativamente pequeña (0.002%), este resultado es coherente con el contexto de países en desarrollo, donde el acceso al agua potable es desigual y limitado. En tanto, en estos entornos, incluso mejoras marginales en la cobertura de agua potable pueden generar efectos inmediatos y directos sobre la seguridad alimentaria. Este resultado se complementa con los encontrados en la regresión (2). Por otro lado, encontramos que la infraestructura de riego también incide positivamente en la seguridad alimentaria, en economías en transición donde la agricultura constituye un medio de vida, la expansión del riego incluso si es marginal (0.008%) puede traducirse en mejoras importantes para la seguridad alimentaria, dado sus efectos en la productividad agrícola y en la reducción de estacionalidad en la producción de alimentos, este análisis lo refuerza la Figura 3.

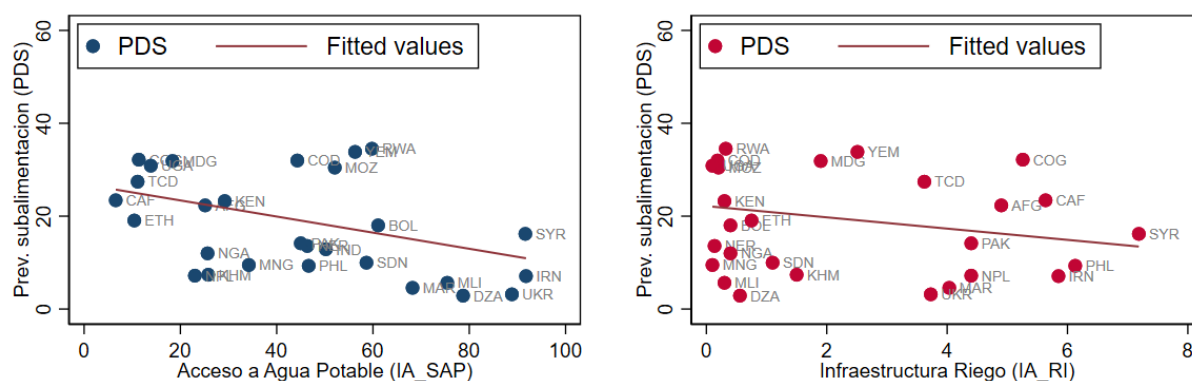


Figura 4. Relación entre infraestructuras de agua y prevalencia de subalimentación. Nota: Elaboración propia.

Respecto a las infraestructuras de energía, los resultados evidencian que el acceso a combustibles limpios para cocinar mejora el suministro de energía alimentaria. De forma consistente la regresión (2) refuerza esta evidencia, indicando que los hogares que utilizan energías limpias para cocinar tienen menos prevalencia de subalimentación que los hogares que utilizan biomasa. Esto se explica en que los hogares pueden acceder a una dieta más variada producto de las mejoras en las condiciones de procesamiento y preparación de los alimentos. Sin embargo, respecto a la variable de uso de energía en la agricultura se han encontrado efectos no significativos tanto en la regresión (1) y (2), la falta de significancia podría atribuirse a factores estructurales propios de los países en desarrollo, ya que en estos contextos el uso de

energía en la agricultura sigue siendo limitado, irregular y muchas veces ineficiente debido a la dependencia de fuentes energéticas tradicionales no mecanizadas para la agricultura. Sin embargo, existe una relación negativa evidente con la inseguridad alimentaria, ver Figura 4.

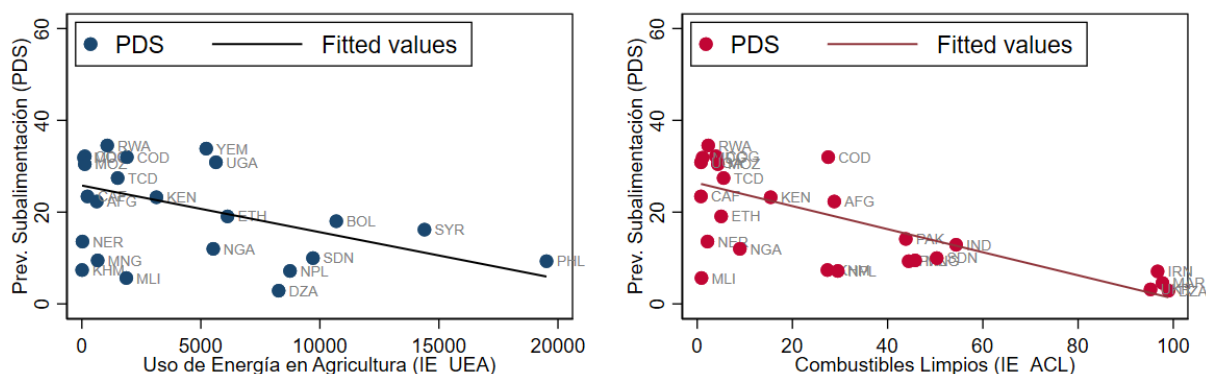


Figura 5. Relación entre infraestructuras de energía y prevalencia de subalimentación. Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, las infraestructuras de transporte como la longitud total de la red vial de carreteras revelan impactos altamente significativos en ambas regresiones, estos resultados son particularmente relevantes en el contexto de países en desarrollo donde la falta de infraestructura de transporte constituye una de las principales barreras para el abastecimiento regular y suficiente de alimentos. Análogamente encontramos resultados interesantes respecto a nuestra variable de infraestructura portuaria, en la regresión (1) verificamos un efecto positivo y significativo, aunque su efecto es marginalmente pequeño (0.009%), se destaca su papel estratégico en el suministro alimentario, especialmente en estos países con alta dependencia de las importaciones alimentarias. La regresión (2) y la Figura 5 alimentan este hallazgo donde una mejor infraestructura portuaria se asocia con una reducción en la prevalencia de subalimentación, este efecto puede explicarse por la reducción de costos de transporte, que a su vez impacta sobre los precios y la diversificación de fuentes de abastecimiento, aumentando la resiliencia frente a crisis alimentarias y choques externos que son muy frecuentes en estas economías en transición.

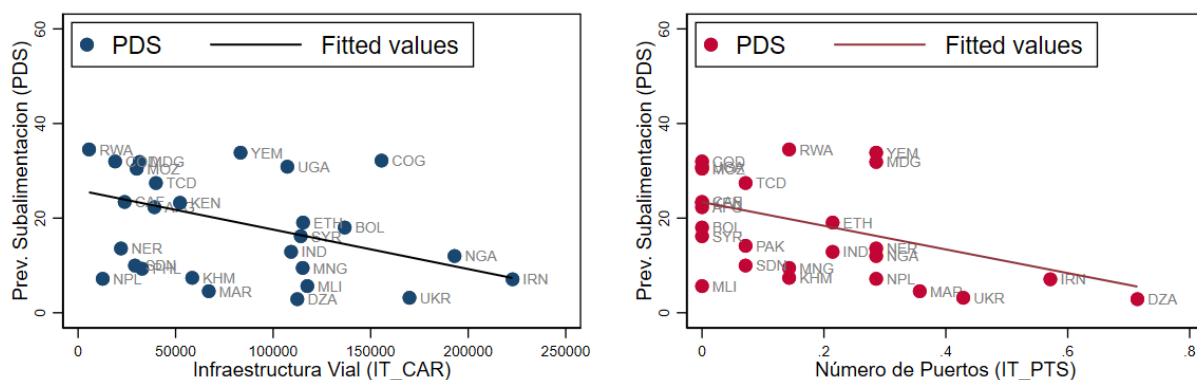


Figura 6. Relación entre infraestructuras de transporte y prevalencia de subalimentación. Nota. Elaboración propia.

Las variables adicionales incluidas en nuestro modelo revelan impactos mixtos, así el efecto dual del gasto público en agricultura tanto en el suministro de energía alimentaria como en la prevalencia de subalimentación es el esperado. Análogamente encontramos un impacto altamente significativo para la variable de apertura comercial agrícola, los efectos sugieren que para estas economías en transición donde la producción interna es insuficiente y muchas veces vulnerable a choques climáticos, la apertura comercial actúa como un mecanismo de estabilización que amplía las fuentes de abastecimiento y mejora la disponibilidad de alimentos a nivel interno.

Por otro lado, aunque la literatura reconoce ampliamente la importancia de los derechos de propiedad sobre la tierra para mejorar las condiciones de seguridad alimentaria, nuestros resultados no muestran efectos significativos en ninguna de nuestras variables dependientes. Sin embargo, la ausencia de significancia estadística no debe interpretarse como una falta de relevancia, sino como una señal de que el efecto de esta variable está mediado por condiciones inherentes a los países que analizamos donde los sistemas de tenencia de tierras están altamente fragmentados y marcados por inseguridad jurídica, conflictos armados, desplazamientos forzados y marcos institucionales débiles que obstaculizan la formalización de derechos de propiedad sobre las tierras agrícolas.

Respecto a las variables institucionales encontramos que eficacia del gobierno no es significativa en ninguno de los indicadores de seguridad alimentaria. Esta ausencia de significancia puede atribuirse a que la gobernanza actúa más como un detonante indirecto que como un determinante directo de la seguridad alimentaria. Es decir, en contextos donde hay altos niveles de corrupción, inestabilidad política y escasa capacidad institucional es más probable que la efectividad de las políticas públicas incluidas las orientadas a mejorar la seguridad alimentaria no tengan efectos significativos.

En el caso de nuestra variable de política asociada a la adopción de los objetivos de desarrollo sostenible evidenciamos que no presenta efectos significativos en ninguno de los modelos. En tanto, la ausencia de un impacto significativo puede explicarse por varios factores. En primer lugar, si bien los ODS constituyen un marco de referencia global para orientar las políticas hacia el desarrollo sostenible, su adhesión formal no garantiza su operacionalización a través de políticas públicas coherentes, presupuestos adecuados o mecanismos de monitoreo efectivos. En segundo lugar, en el contexto de los países que analizamos, los avances en los ODS incluido el ODS2 de hambre cero pueden verse diluidos por restricciones fiscales o de gobernanza que dificultan traducir compromisos internacionales en políticas públicas con impactos tangibles especialmente en problemas estructurales como la seguridad alimentaria que requiere la consecución de ODS complementarios para alcanzar su objetivo de hambre cero.

Finalmente, respecto a nuestras variables de control el coeficiente del PBI revela efectos altamente significativos en ambas regresiones, este resultado respalda de que el crecimiento económico proporciona los recursos necesarios para mejorar el acceso económico a alimentos. Por otro lado, encontramos que, en países con mayor densidad poblacional, la prevalencia de subalimentación tiende a ser mayor. Este resultado podría reflejar presiones sobre los recursos naturales, donde las necesidades crecientes de alimentos no siempre se satisfacen

eficientemente casos como India, Pakistán, Níger, Nigeria, Etiopía y otros que son países altamente poblados. En síntesis, nuestros resultados se configuran en la Figura 5.

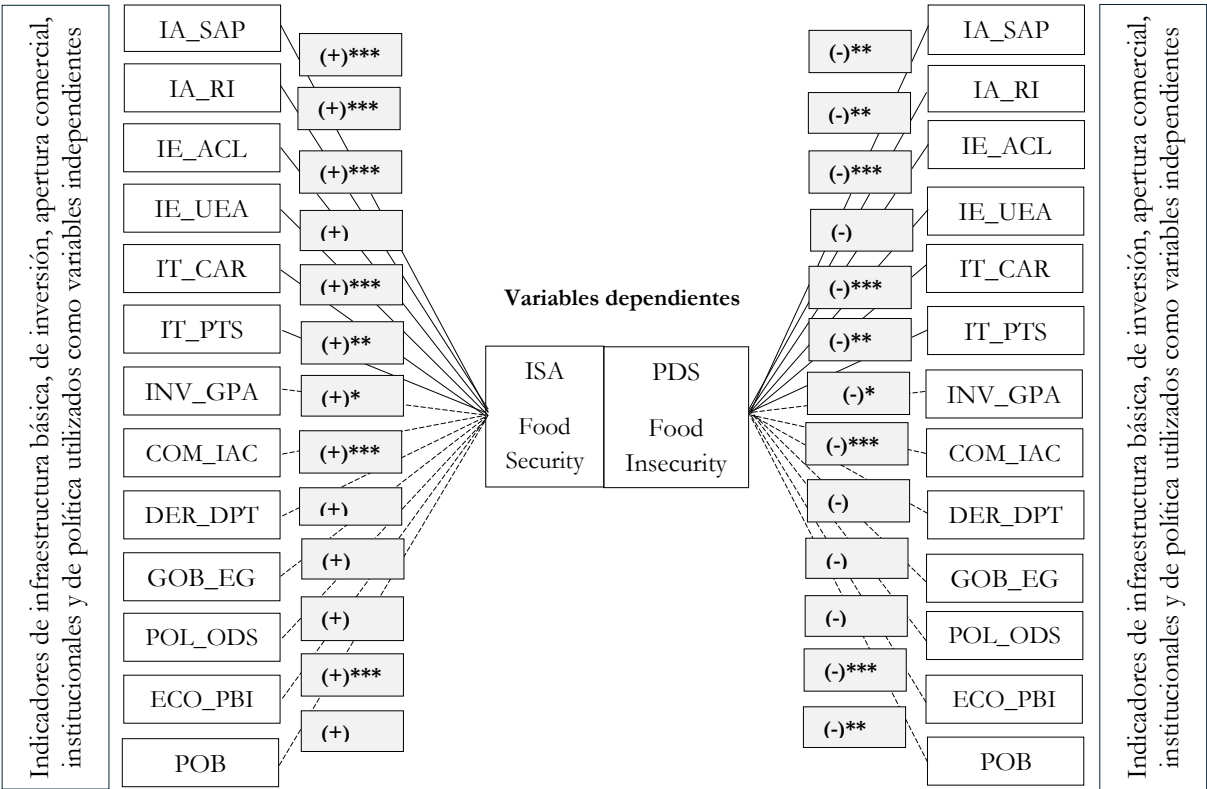


Figura 7. Las variables se describen como IA_SAP; acceso a agua potable, IA_RI; porcentaje de tierras equipadas con infraestructura de riego, IE_ACL; acceso a combustibles limpios para cocinar, IE_UEA; uso de energía en agricultura, IT_CAR, densidad de carreteras, IT_PTS; infraestructura portuaria por país, INV_GPA; gasto público en agricultura, COM_IAC; índice de apertura comercial en agricultura, DER_DPT; tierras agrícolas con derechos de propiedad, GOB_EG; eficacia del gobierno, POL_ODS, adhesión a la agenda 2030, ECO_PBI; PBI per cápita, POB; población.

Efecto de la política de adhesión a los ODS sobre la seguridad alimentaria

La Figura 8 y la Tabla 5 presentan los efectos dinámicos de la política multilateral de adhesión a los ODS implementada por los países en desarrollo a partir del año 2016, sobre los principales indicadores de seguridad alimentaria.

Concretamente, la Figura 8, muestra los efectos del tratamiento sobre ambos indicadores estimados mediante el estimador de Callaway y Sant’Anna. Los coeficientes pretratamiento no son significativamente distintos de cero, lo que respalda la validez del supuesto de tendencias paralelas. Tras el tratamiento, se observa un aumento sostenido en el suministro energético

alimentario y una reducción progresiva en la prevalencia de subalimentación, lo que evidencia mejoras significativas en la seguridad alimentaria, lo cual es consistente con impactos acumulativos de políticas estructurales y de infraestructuras en países en transición.

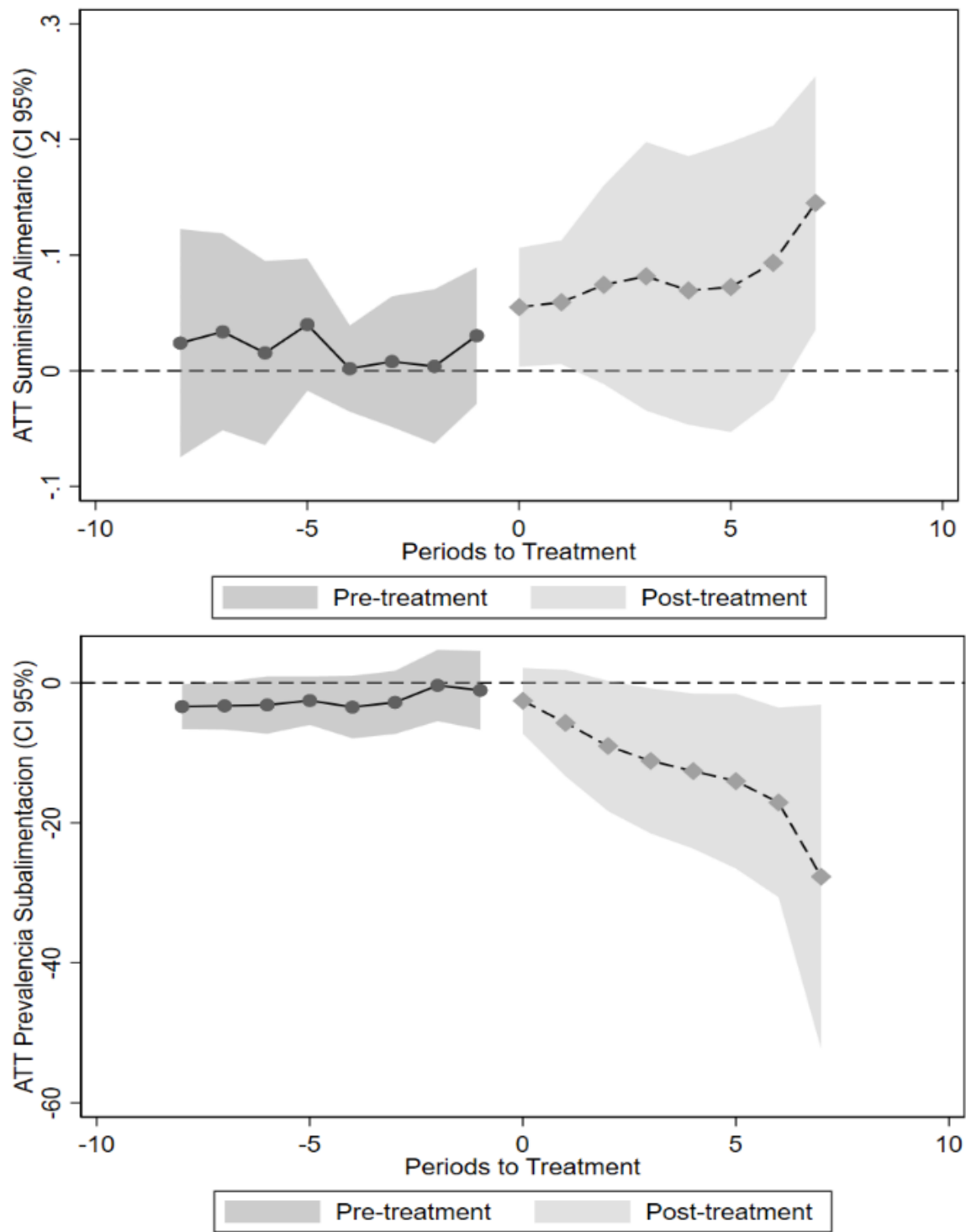


Figura 8. Analisis grafico de eventos que muestra el efecto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el suministro de energía alimentaria (panel superior) y en la prevalencia de la subalimentación (panel inferior). Las areas gris oscuro muestran los efectos promedio y sus intervalos de confianza previos al tratamiento; las areas gris claro reflejan los efectos promedio del tratamiento posterior a la implementación de los ODS.

Análogamente, los resultados del modelo DiD escalonado (CS) detallados en la Tabla 5, revelan que la adhesión de los países a los ODS tiene un efecto general significativo. En la especificación básica regresión (1), sin controles ni efectos fijos, los coeficientes sugieren una relación positiva inicial, aunque más modesta y con menor precisión estadística. Al incorporar controles estructurales y efectos fijos regresión (2), los efectos se intensifican y ganan robustez, concretamente los ODS logran un aumento del 7.5% en el suministro de energía alimentaria y una reducción del 10.8% en la prevalencia de subalimentación en contraste con el escenario contrafactual sin adhesión.

Tabla 5. Estimación DiD de la adhesión a los ODS

Variables	(1)	(2)
Panel A: ln ISA (Suministro alimentario)		
Adhesión a los ODS (DiD)	0.039*	0.075*
Desviación estándar	(0.021)	(0.042)
Panel B: PDS (Prevalencia de subalimentación)		
Adhesión a los ODS (DiD)	-3.021	-10.775**
Desviación estándar	(2.279)	(4.812)
Observaciones	420	420
Balance de entropía	No	Si
Estimador	CS	CS
Variables de infraestructura	No	Si
Variables de control	No	Si
Efectos fijos de país	No	Si
Efectos fijos de año	No	Si

Notas. Esta tabla presenta las regresiones del DiD con tratamiento escalonado para dos dimensiones de la seguridad alimentaria tras la adhesión a la agenda 2030 de los ODS. En las regresiones (1) y (2) utilizamos el estimador de efectos fijos de Callaway y Sant'Anna. La columna (1) estima el efecto para la muestra completa sin covariables. La columna (2) estima el efecto para la misma muestra, pero se integra variables de control del modelo base de EF, así también se emplea procedimientos de balance de entropía y se controla por los efectos fijos de país y año respectivamente. Los errores estándar (entre paréntesis) y los niveles de significancia son *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Sin embargo, es importante destacar que si bien en una primera etapa, el modelo de efectos fijos (EF) no arroja efectos significativos de los ODS, esto puede justificarse por su limitación para capturar adecuadamente los efectos causales en presencia de políticas progresivas. En general, los resultados sugieren que la adopción de la agenda 2030 a través de los ODS puede operar como un catalizador de políticas públicas orientadas a fortalecer la seguridad alimentaria en contextos de vulnerabilidad.

5.- Conclusiones

Este estudio aporta evidencia empírica novedosa sobre el ODS 2 al analizar, desde un enfoque integrado, el efecto conjunto de las infraestructuras hídrica, energética y de transportes sobre dos dimensiones opuestas de la seguridad alimentaria.

Nuestros resultados muestran que los nexos entre agua, energía y transporte están consistentemente asociados con mejores resultados en los indicadores de seguridad alimentaria. Estos resultados empíricos responden consistentemente a los nexos teóricos planteados por (Abdullah & Wang, 2024; Asaki et al., 2024; Kanda et al., 2023; Schmidt et al., 2022; Gohar et al., 2015, Gulati et al., 2013). Concretamente, el acceso al agua potable, la expansión de infraestructura de riego y el acceso a energías limpias para cocinar presentan efectos inmediatos en las dimensiones de utilización, disponibilidad y estabilidad de la seguridad alimentaria. Análogamente encontramos que la conectividad vial y portuaria facilita el acceso físico a los alimentos al permitir la conexión entre regiones de producción y consumo.

En cuanto a las variables institucionales, como los derechos de propiedad y la eficacia del gobierno, no encontramos efectos estadísticamente significativos en nuestro análisis. Si bien estos factores han demostrado ser relevantes en estudios previos en economías más avanzadas (Séogo y Zahonogo, 2023), nuestros resultados sugieren que su impacto podría depender de niveles mínimos de desarrollo institucional o estar mediado por otros mecanismos como la seguridad jurídica o la calidad institucional.

Adicionalmente se incorpora por primera vez una evaluación empírica del compromiso político expresado mediante la adopción de la Agenda 2030. Nuestros resultados demuestran que, si bien la adhesión a los ODS presenta los efectos esperados en ambas dimensiones de la seguridad alimentaria, los resultados no son estadísticamente significativos en una primera etapa. Su ausencia de significancia no invalida su relevancia, sino que abre debate a futuras

investigaciones para profundizar en su análisis cuantitativo a través de modelos empíricos más desagregados. Por ejemplo, en una segunda etapa con un modelo de DiD con tratamiento escalonado confirmamos que existe un impacto positivo y estadísticamente significativos de la adhesión progresiva a los ODS sobre la seguridad alimentaria. Esta evidencia sugiere que sus efectos no son meramente declarativos, sino que su implementación gradual genera efectos acumulativos que refuerza su valor como herramienta efectiva de política pública en contextos de países en desarrollo, lo cual es coherente con lo planteado por (Huan et al., 2021).

En síntesis, los hallazgos de nuestro estudio sugieren que la mejora de la seguridad alimentaria en países de renta baja y media baja dependen en gran medida de la expansión y calidad de las infraestructuras básicas. Nuestros hallazgos ofrecen implicaciones relevantes para el diseño de políticas públicas, en primer lugar; se evidencia la necesidad de priorizar inversiones sostenidas en infraestructuras clave como agua, energía y transporte. Estas inversiones representan una vía directa y tangible para mejorar los niveles de seguridad alimentaria. En segundo lugar, los resultados sugieren la adopción de una estrategia multisectorial que integre infraestructura física con fortalecimiento del marco institucional, de no hacerlo los avances en seguridad alimentaria podrían ser limitados tal como evidenciamos en estas economías en transición.

Este análisis empírico presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el análisis se basa en datos agregados a nivel anual y por país, lo que limita la disponibilidad de datos para algunas de las principales variables, esto restringió el tamaño de la muestra final, como consecuencia el análisis se limita a 30 países de ingresos bajos y medianos bajos, lo que implica que los resultados no pueden generalizarse a todas las economías dentro de estos grupos de renta.

6.- Bibliografía

- Adekoya, A. E., Adenikinju, A. F., Olubusoye, O. E., Oyeranti, O. A., Otekunrin, O. A., Ogunbayo, I. E., Oyelami, B. O., Sesan, T., Alaba, O., & Akano, O. I. (2023). Household food insecurity and cooking energy access in Nigeria: A panel data approach. *Energy Nexus*, 12, 100242-. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100242>
- Amartya, S. (2002). *El Derecho a no tener hambre*. <https://biblioteca.corteidh.or.cr/documento/40656>
- Barraza, M., & Ortega, A. (2024). Evaluación del progreso hacia el logro del Hambre Cero en el departamento del Atlántico, Colombia: Un análisis descriptivo del seguimiento de los ODS 2030. *Agroalimentaria Caracas*, 30(58), 39-62. <https://doi.org/10.53766/Agroalim/2024.30.58.03>
- Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, R. S. J., & Yumkella, K. K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, 39(12), 7896-7906. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039>
- Blimpo, M. P., Harding, R., & Wantchekon, L. (2013). Public Investment in Rural Infrastructure: Some Political Economy Considerations. *Journal of African Economies*, 22(suppl 2), ii57-ii83. <https://doi.org/10.1093/jae/ejt015>
- Bogdanski, A. (2012). Integrated food–energy systems for climate-smart agriculture. *Agriculture & Food Security*, 1(1), 9-9. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-1-9>
- Bromley, D. W. (2009). Formalising property relations in the developing world: The wrong prescription for the wrong malady. *Land Use Policy*, 26(1), 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.02.003>
- Bruce, F., & Cameron, M. (2015). *Planning for food secure cities: Measuring the influence of infrastructure and income on household food security in Southern African cities. Volume 65*, (11), 5-9.
- Bublitz, M. G., Peracchio, L. A., Dadzie, C. A., Escalas, J. E., Hansen, J., Hutton, M., Nardini, G., Absher, C., & Tangari, A. H. (2019). Food access for all: Empowering innovative local infrastructure. *Journal of Business Research*, 100, 354-365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.12.027>
- Callaway, B., Goodman-Bacon, A., & Sant’Anna, P. H. C. (2024). *Difference-in-differences with a Continuous Treatment*. 1-61. <https://doi.org/10.3386/w32117>

- Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. (2021). Difference-in-Differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200-230. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001>
- Chheng, K., & Resosudarmo, B. P. (2021). Land property rights and food insecurity in rural Cambodia. *Regional Science Policy & Practice*, 13(6), 1911-1930. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12418>
- Cong, L., Zhang, D., Wang, M., Xu, H., & Li, L. (2020). The role of ports in the economic development of port cities: Panel evidence from China. *Transport Policy*, 90, 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.02.003>
- Cuesta, J., Edmeades, S., & Madrigal, L. (2013). Food security and public agricultural spending in Bolivia: Putting money where your mouth is? *Food Policy*, 40, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.01.004>
- Dithmer, J., & Abdulai, A. (2017). Does trade openness contribute to food security? A dynamic panel analysis. *Food Policy*, 69, 218-230. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.04.008>
- FAO. (2012). *Del crecimiento económico a la seguridad alimentaria y una mejor nutrición* (pp. 8, 4-5). http://assets.fsnforum.fao.org.s3-eu-west-1.amazonaws.com/public/files/84_Growth_to_FSN/summary_84_ES_economic-growth-to-fsn.pdf
- FAO, FIDA, UNICEF, PMA, & OMS. (2024). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*. <https://doi.org/10.4060/cd1254es>
- FMI. (2023). *Perspectivas de la economía mundial: Abordar las divergencias mundiales* (Oct 2023). <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2023/10/10/world-economic-outlook-october-2023>
- Frayne, B., Crush, J., & McLachlan, M. (2014). Urbanization, nutrition and development in Southern African cities. *Food Security*, 6(1), 101-112. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0325-1>
- Gohar, A. A., Amer, S. A., & Ward, F. A. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hydrology*, 520, 85-100. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.036>

- Gulati, M., Jacobs, I., Jooste, A., Naidoo, D., & Fakir, S. (2013). The Water–energy–food Security Nexus: Challenges and Opportunities for Food Security in South Africa. *Aquatic Procedia*, 1, 150-164. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2013.07.013>
- Hellegers, P., Zilberman, D., Steduto, P., & McCornick, P. (2008). Interactions between water, energy, food and environment: Evolving perspectives and policy issues. *Water Policy*, 10(S1), 1-10. <https://doi.org/10.2166/wp.2008.048>
- HLPE. (2015). *Water for food security and nutrition*. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security.
- Huan, Y., Yu, Y., Liang, T., & Burgman, M. (2021). A method for assessing the impacts of an international agreement on regional progress towards Sustainable Development Goals. *The Science of the Total Environment*, 785, 147336-. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147336>
- IEA. (2024). *World Energy Outlook 2024*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c036b390-ba9c-4132-870b-ffb455148b63/WorldEnergyOutlook2024.pdf>
- Khan, M. H. (2001). La pobreza rural en los países en desarrollo: Su relación con la política pública. En *La pobreza rural en los países en desarrollo*. International Monetary Fund. <https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781589060081/9781589060081.xml>
- Nizalov, D., Thornsby, S., Loveridge, S., Woods, M., & Zadorozhna, O. (2016). Security of property rights and transition in land use. *Journal of Comparative Economics*, 44(1), 76-91. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2015.10.008>
- Ogun, T. P. (2010). Infrastructure and Poverty Reduction: Implications for Urban Development in Nigeria. *Urban Forum (Johannesburg)*, 21(3), 249-266. <https://doi.org/10.1007/s12132-010-9091-8>
- Ogunniyi, A. I., Mavrotas, G., Olagunju, K. O., Fadare, O., & Adedoyin, R. (2020). Governance quality, remittances and their implications for food and nutrition security in Sub-Saharan Africa. *World Development*, 127, 104752-. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104752>
- Oktiani, E., & Khoirunurrofik, K. (2024). Role of Roads and Irrigation on Food Security in Indonesia. *Economics Development Analysis Journal*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/edaj.v13i2.78981>

- ONU. (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación* (pp. 1-84).
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0ab118fc-3713-4f32-ba42-89892c0fbb82/content>
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. 1-40.
- ONU. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* (pp. 80, 16-17).
https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- Osabohien, R. (2024). Electricity consumption and food production in Malaysia: Implication for the sustainable development goal 2. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(3), 119-126.
<https://doi.org/10.32479/ijeeep.16059>
- Parnell, S., & Pieterse, E. (2014). *Africa's Urban Revolution*. London and New York, NY: Zed Books.
International Journal of Urban and Regional Research, 38(6), 2329-2331. https://doi.org/10.1111/1468-2427.12200_2
- Pondie, T. M., Engwali, F. D., Nkoa, B. E. O., & Domguia, E. N. (2023). Does energy poverty increases starvation? Evidence from sub-Saharan Africa. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(17), 48721-48738. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25997-4>
- Sahoo, A., Nechifor, V., Ferrari, E., Ferreira, V., & Amany, D. S. D. (2024). On the positive economic impacts of port infrastructure development and seaborne trade efficiencies in Sub-Saharan Africa: The case of Senegal. *Maritime Economics & Logistics*. <https://doi.org/10.1057/s41278-024-00293-1>
- Schmidt, J. I., Johnson, B., Huntington, H. P., & Whitney, E. (2022). A framework for assessing food-energy-water security: A FEW case studies from rural Alaska. *Science of The Total Environment*, 821, 153355. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153355>
- Séogo, W., & Zohonogo, P. (2023). Do land property rights matter for stimulating agricultural productivity? Empirical evidence from Burkina Faso. *Land Use Policy*, 125, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106475>
- Soko, N. N., Kaitibie, S., & Ratna, N. N. (2023). Does institutional quality affect the impact of public agricultural spending on food security in Sub-Saharan Africa and Asia? *Global Food Security*, 36, 100668. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100668>

- Sola, P., Ochieng, C., Yila, J., & Iiyama, M. (2016). Links between energy access and food security in sub Saharan Africa: An exploratory review. *Food Security*, 8(3), 635-642. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0570-1>
- Tafesse, T. (2012). Water Infrastructure and Food Security Linkages in Three Selected Regions of Ethiopia. *Eastern Africa Social Science Research Review*, 28(1), 27-58.
- Wu, J. (2025). Quantifying the Synergistic Effects of Sustainable Development Policies: A Quasi-natural Experiment Approach. *Social Indicators Research*, 177(3), 1113-1136. <https://doi.org/10.1007/s11205-025-03553-6>
- Zhang, H., & Wu, D. (2022). The Impact of Transport Infrastructure on Rural Industrial Integration: Spatial Spillover Effects and Spatio-Temporal Heterogeneity. *Land (Basel)*, 11(7), 1116-. <https://doi.org/10.3390/land11071116>
- Zhao, Y., Tan, Y., & Feng, S. (2020). Does reducing air pollution improve the progress of sustainable development in China? *Journal of Cleaner Production*, 272, 122759-. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122759>

7.- Apéndice

Tabla A1. Listado de países de análisis

Afganistán (AFG)	Chad (TCD)	India (IND)	Marruecos (MAR)	Nigeria (NGA)	Somalia (SOM)
Algeria (DZA)	Congo (COG)	Irán (IRN)	Mongolia (MNG)	Pakistán (PAK)	Sudan (SDN)
Bolivia (BOL)	Etiopia (ETH)	Kenia (KEN)	Mozambique (MOZ)	República del Congo (COD)	Ucrania (UKR)
Camboya (KHM)	Filipinas (PHL)	Madagascar (MDG)	Nepal (NPL)	Ruanda (RWA)	Uganda (UGA)
Centroáfrica (CAF)	Haití (HTI)	Mali (MLI)	Níger (NER)	Siria (SYR)	Yemen (YEM)

Tabla A2. Listado de países de análisis

Variable		Media	Desviación estándar	Min	Max
(ISA) Suministro de energía alimentaria	overall	2474.538	394.755	1519.000	3518.000
	between		388.588	1715.071	3429.714
	within		97.547	2122.967	2881.967

(PDS) Prevalencia de subalimentación	overall	19.84833	13.794	1.700	71.400
	between		13.365	2.879	58.750
	within		4.144	8.213	37.670
(SAP) Acceso a agua potable	overall	45.51357	25.344	5.000	97.000
	between		25.468	6.571	91.786
	within		3.718	31.299	56.442
(RI) Infraestructura de riego	overall	3.124852	4.494	0.100	25.400
	between		4.553	0.100	24.043
	within		0.331	1.789	4.576
(ACL) Combustibles limpios para cocinar	overall	34.67024	35.475	0.300	99.700
	between		35.717	0.786	98.979
	within		4.728	15.895	51.813
(UEA) Uso energía en agricultura	overall	7.801694	2.619	1.698	13.847
	between		2.609	2.293	13.543
	within		0.513	5.989	11.394
(CAR) Carreteras	overall	10.89548	1.084	7.919	13.414
	between		1.078	8.155	12.688
	within		0.222	9.702	11.621
(PTS) Puertos	overall	0.4190476	1.205	0.000	9.000
	between		1.121	0.000	6.214
	within		0.484	-2.795	3.205
(GPA) Gasto publico agricultura	overall	5.24525	1.875	1.012	12.995
	between		1.811	1.334	11.306
	within		0.583	3.459	8.251
(IAC) Índice de apertura comercial agrícola	overall	0.0745062	0.071	0.010	0.820
	between		0.048	0.016	0.189
	within		0.053	-0.052	0.728
(EG) Eficacia del gobierno	overall	-1.050322	0.841	-2.996	0.831
	between		0.816	-2.624	0.661
	within		0.250	-1.814	0.700
(DPT) Derecho de propiedad	overall	30.166	12.003	7.000	61.600
	between		10.542	11.174	48.386
	within		6.032	14.023	66.402
(ODS) Objetivos de Desarrollo Sostenible	overall	0.4809524	0.500	0.000	1.000
	between		0.189	0.000	0.643
	within		0.464	-0.162	1.124
(PBI) PBI per cápita	overall	8.238709	0.841	6.168	9.792
	between		0.842	6.758	9.722
	within		0.142	7.649	8.793
(POB) Población	overall	10.38611	1.220	7.902	14.179
	between		1.235	8.026	14.113
	within		0.094	10.150	10.614