

## Resumen Ejecutivo

# Evaluación de Impacto de la sub-actividad de Electrificación Rural de la Corporación del Milenio (FOMILENIO/MCC) en El Salvador

Maximo Torero<sup>\*</sup> and Manuel Barron<sup>†</sup>



Instituto Internacional de Políticas Alimentarias (IFPRI)  
Consorcio liderado por Social Impact, Inc.  
July 2016

---

<sup>\*</sup> Maximo Torero era Director de la División de Mercados, Comercio e Instituciones del International Food Policy Research Institute (IFPRI) en Washington, DC cuando se realizó el estudio, [m.torero@cgiar.org](mailto:m.torero@cgiar.org)

<sup>†</sup>Manuel Barron es profesor asistente en la Universidad del Pacífico, en Perú [MF.BarronA@up.edu.pe](mailto:MF.BarronA@up.edu.pe)

## i. Resumen Ejecutivo

### a. Resumen del Proyecto Compacto y de Electrificación

Este estudio se realizó durante un programa de extensión e intensificación de la red eléctrica en el norte de El Salvador, diseñado para ser implementado en tres fases entre el año 2009 y 2012, teniendo en cuenta los costos de construcción y accesibilidad. El proyecto de electrificación en el norte de El Salvador fue financiado por MCC y el GOES, beneficiando a más de 37.000 familias a través de la construcción de nuevas líneas eléctricas de distribución y transmisión.

El Gobierno de El Salvador (GOES) cubrió todos los costos, desde la ampliación e instalación de la red hasta el medidor eléctrico, y los hogares pagaron por los costos de cableados internos y la tarifa de conexión (por una certificación de seguridad). La tasa para la certificación de seguridad fue de alrededor de 100 dólares estadounidenses (USD). Esta es una inversión significativa, que asciende al 18 por ciento del ingreso per cápita promedio anual en el área (550 USD).

La Encuesta de Hogares para Evaluar el Impacto de Proyectos de Conectividad y Electrificación Rural (EHEIPCER), la encuesta de hogares implementada para este estudio, es una encuesta estándar que recoge datos sobre características demográficas, salud, educación, características de vivienda, uso de energía, ingresos, y consumo—entre otros factores. Incluye un módulo detallado sobre la asignación de tiempo para un máximo de cuatro miembros del hogar: el jefe masculino, el jefe femenino y hasta dos niños en edad escolar. Se realizaron detalladas sesiones de capacitación para asegurar una alta calidad en la recolección de datos, la cual se llevó a cabo con computadoras de mano. Los encuestadores fueron capacitados y seleccionados por los investigadores con la asistencia de la Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC), una oficina del Ministerio de Economía, y personal del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI por sus siglas en inglés). Datos sobre la contaminación del aire en el interior de los hogares (IAP, por sus siglas en inglés) fueron recopilados por un subconjunto de encuestadores que recibieron capacitación especializada adicional para este fin.

La encuesta de hogares de línea base, diseñada usando el Censo de Población 2007 como marco muestral, se llevó a cabo en noviembre y diciembre de 2009. Cubre 4,800 hogares en el norte de El Salvador. Se realizaron cuatro encuestas de seguimiento en los mismos meses de 2010, 2011, 2012 y 2013, respectivamente.

### b. Diseño de la Evaluación de Impacto, Preguntas de Evaluación y Resultados Esperados

La evaluación de impacto, utilizamos dos estrategias empíricas para identificar los efectos de la electrificación en los resultados de interés. La primera estrategia, un diseño de estímulo aleatorio, es una estrategia experimental que explora la asignación aleatoria de cupones de descuento a una sub-muestra de los hogares del estudio y utiliza la variación en el costo inducido por esto cupones para estimar los efectos de la electrificación. La segunda estrategia, la

estimación de efectos fijos<sup>3</sup>, explora la naturaleza longitudinal de los datos y utiliza la variación dentro del hogar en el estado de electrificación para estimar los efectos de la electrificación.

Para implementar estas estrategias utilizamos la encuesta EHEIPCER y la dividimos en cuatro sub-muestras: la sub-muestra no experimental, formada por todos los hogares que estaban fuera de la red en la encuesta de línea de base en el 2009, la cual consiste en 2,014 hogares; la sub-muestra experimental, la cual incluye a 500 hogares en los departamentos de San Miguel y Chalatenango en sub-distritos que estaban programados para beneficiarse del proyecto de electrificación durante su primer año. Dentro de cada una de estas se seleccionó a un subconjunto de hogares para la medición del IAP. Los resultados experimentales del IAP se basaron en una sub-muestra de 150 hogares dentro de la muestra experimental y 207 hogares de la muestra no experimental en San Miguel y Chalatenango. Los hogares en estas sub-muestras no estaban conectados a la red antes de la primera encuesta de seguimiento en el 2010.

En la estrategia experimental, generamos una variación en la tarifa de conexión ofreciendo cupones de descuento a una sub-muestra seleccionada aleatoriamente la muestra experimental de 500 hogares. Primero, asignamos aleatoriamente 200 cupones de descuento bajo (descuento del 20 por ciento) y 200 cupones de descuento alto (descuento del 50 por ciento), estos dos grupos de hogares son denominados como grupo de tratamiento, y los 100 hogares restantes son denominados como grupo de control o testigo.

En las sub-muestras seleccionadas para explorar el impacto que tiene la electrificación en la contaminación del aire dentro del hogar, se utilizaron innovadores monitores de partículas, diseñados en la Universidad de California en Berkeley,. Las reducciones en el IAP suelen ser discutidas en la literatura como los beneficios más evidentes y extensos de la electrificación, pero no hay evidencia hasta la fecha con respecto a los efectos sobre medidas objetivas del IAP. Este estudio proporciona la primera evidencia de que el acceso a la electricidad está vinculado con importantes, inmediatas y permanentes mejoras en el bienestar de los hogares beneficiados.

El estudio presenta los resultados en cuatro grupos:

- **Adopción de conexiones de red formales.** Nos interesó especialmente el papel de los cupones de descuento y el papel de los efectos indirectos (imitación de las decisiones de los vecinos) en la decisión de conectarse formalmente. Se esperaba que los cupones de descuento incrementaran la probabilidad de conexiones formales. Los *spillovers* o efectos de desbordamiento podrían ir en cualquier dirección; viendo los beneficios de la conexión eléctrica que sus vecinos reciben podría animar a los hogares a conectarse, pero tener más vecinos con conexiones formales también facilitaría el acceso informal a la electricidad (a través del vecino).
- **Efectos sobre la concentración del IAP.** Como los hogares tienden a sustituir el keroseno cuando poseen conexión eléctrica, la calidad del aire interior del hogar debe mejorar. El tamaño

---

<sup>3</sup> La estimación de efectos fijos es una generalización del método de diferencia en diferencias. En este método, la decisión de conectarse a la red puede estar correlacionada con las características del hogar que no varían en el tiempo y se puede estimar el impacto de tener una conexión a la red eléctrica controlando el sesgo de selección que está relacionado con estas características.

de esta mejora es desconocido y fue clave para el tipo de efectos sobre la salud que podemos esperar.

- **Efectos sobre el uso o la asignación de tiempo.** Los miembros del hogar reasignarán el tiempo a sus distintas actividades como resultado de la conexión eléctrica, pero el signo de estos cambios no es claro ex-ante. Por ejemplo, los niños tendrán un ambiente que facilite más el estudio y así puedan decidir estudiar más; por otro lado, la electrificación hace que el ocio sea más agradable (por ejemplo, aumentando el acceso a la televisión en el hogar) lo cual puede llevar a los niños a dedicar más tiempo a estas actividades. Del mismo modo, los miembros adultos del hogar pueden decidir o bien trabajar más y explotar nuevas oportunidades de negocios o disfrutar de más tiempo libre.

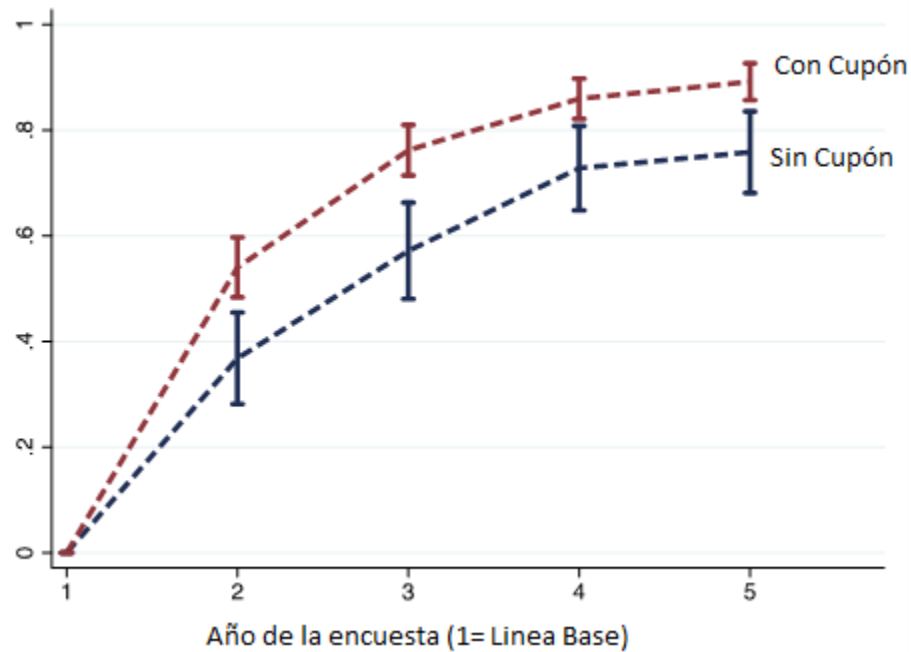
- **Efectos sobre el ingreso:** Finalmente, también se mide el efecto en el ingreso total del hogar como resultado del acceso a la electrificación rural. El acceso a la electrificación en zonas rurales puede aumentar la productividad en actividades productivas no agrícolas y aumentar el ingreso en hogares que participan en estas actividades.

c. Impactos del Proyecto de Electrificación: Resultados

### **Adopción**

- Los hogares que recibieron cupones de descuento tenían más probabilidades de tener una conexión formal en la red eléctrica, entre 11 y 19 puntos porcentuales más que los hogares en el grupo de control; esto se muestra en la Figura ES 1. Alternativamente, una reducción de 10 USD en la tarifa de conexión aumentó la probabilidad de conexión en dos puntos porcentuales, aunque no encontramos diferencias sistemáticas entre los grupos que recibieron el cupón de descuento alto y el bajo.
- Parece haber un efecto de desbordamiento importante, donde los hogares tienen una mayor probabilidad de conectarse a la red eléctrica si otros vecinos están conectados: un aumento del 10 por ciento en la proporción de vecinos elegibles que recibieron un cupón de descuento aumentó la probabilidad de conexión en 1.3 puntos porcentuales. Una conexión adicional dentro de 100 metros aumentó la probabilidad de que un hogar tuviera una conexión eléctrica en 10 puntos porcentuales, casi el mismo efecto que si el propio hogar recibiera un cupón de descuento.
- Hasta este punto, los hogares con conexiones informales se consideraron fuera de la red. Se estudió el tipo de conexión (formal, informal o ninguna) y encontramos que los cupones de descuento incrementaron la probabilidad de tener una conexión formal y redujeron la probabilidad de tener conexiones informales o de no tener conexiones. También encontramos que los hogares con conexiones informales en la línea de base tenían una mayor probabilidad de conectarse formalmente a la red.
- Hubo aumentos significativos en la adquisición de electrodomésticos tanto en aparatos de "ocio", como televisores y reproductores de discos digitales, como en aparatos que pueden utilizarse para la producción en el hogar. La electrificación aumento la probabilidad de tener refrigeradores (54 puntos porcentuales), licuadoras (25 puntos porcentuales) y lavadoras (13 puntos porcentuales).

Figura ES 1: Asignación de cupones de descuento y proporción de conexión



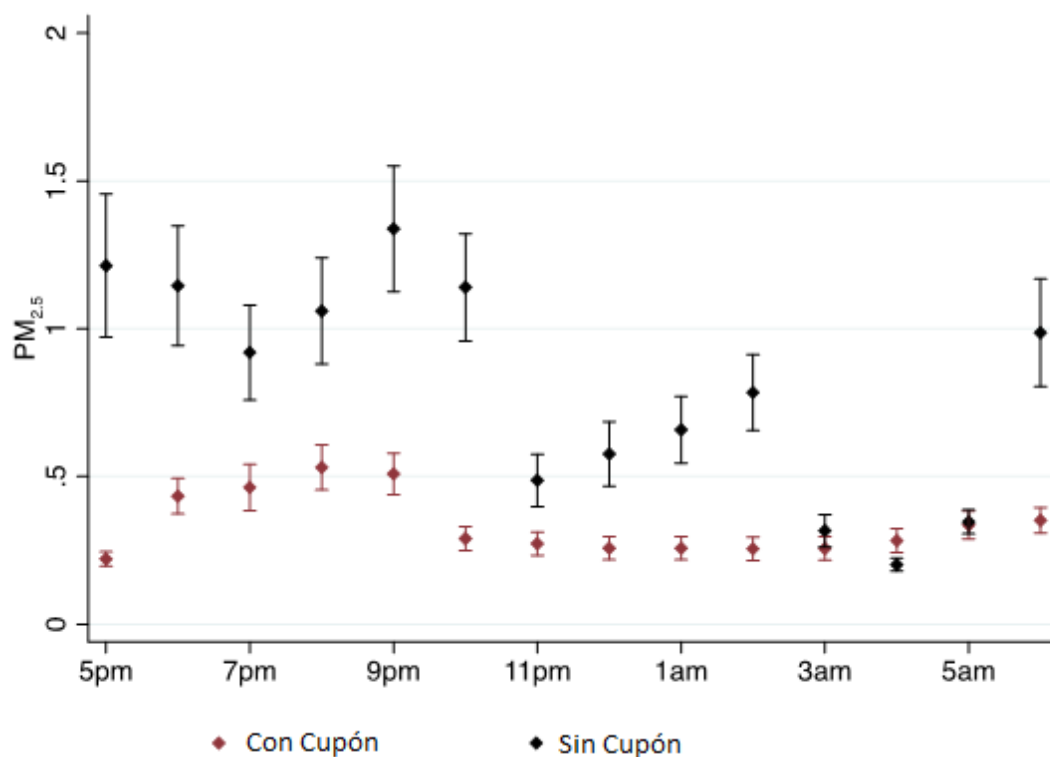
### **Contaminación dentro del Hogar (IAP)**

- Para la tercera ronda, los hogares que recibieron los cupones de descuento mostraron drásticas reducciones en el IAP en comparación con el grupo que no recibió, con una concentración 67-73 por ciento menor de partículas finas (PM2.5). En la cuarta y quinta ronda, el impacto fue cercano a cero y no fue estadísticamente significativo. Atribuimos este resultado al hecho de que el grupo de control en estas últimas encuestas fue alcanzando al grupo de tratamiento en términos de tasa de electrificación. La submuestra para medir los efectos en el IAP es simplemente demasiado pequeña para captar diferencias en la concentración de partículas en el aire en grupos cuya diferencias en la tasa de electrificación es de alrededor del 10 por ciento.
- La figura ES 2 muestra los resultados sobre el AIP para cada hora del día. Los efectos fueron mayores de 5:00 pm a 10:00 pm, como se puede observar por la distancia vertical entre los puntos a estas horas. El efecto disminuyó en la noche, debido a que la mayoría de los miembros de la familia duermen, y aumenta de nuevo en horas de la mañana, de 6:00 am a 7:00 am, cuando se despiertan. El principal mecanismo detrás de las reducciones PM2.5 en nuestro estudio fue a través de una sustitución en el uso del keroseno para la iluminación.
- Hubo reducciones en la incidencia de infecciones respiratorias agudas (IRA) entre los niños en hogares con conexión eléctrica. Estas reducciones fueron grandes y estadísticamente significativas (sólo al nivel de 90 por ciento de confianza). Los cupones de descuento llevaron a una reducción de 16-18 puntos porcentuales en la incidencia de IRA en la tercera ronda (significativa al nivel de confianza del 90 por ciento).

La estimación experimental sugiere que la electrificación redujo la incidencia de IRA en 48 puntos porcentuales durante el período de estudio.

- Los cambios en la exposición a la contaminación en el aire fueron grandes para todos los miembros del hogar (todos por encima del 30 por ciento), pero estas ganancias fueron distribuidas de manera desigual entre los miembros del hogar. El jefe del hogar masculino se benefició más, con una reducción de la exposición del 59 por ciento, mientras que el jefe del hogar femenino se benefició menos, con una reducción del 33 por ciento. Estas diferencias se deben a que las mujeres pasan más tiempo que los hombres en la cocina, donde la concentración de contaminantes es más alta, mientras que los hombres pasan más tiempo que las mujeres fuera del hogar, donde la concentración de contaminantes es más baja.

Figure ES 2: Asignación de cupones de descuento y concentración de PM2.5



### Asignación de tiempo – Niños

- La electrificación aumentó la probabilidad de que los niños participaran en actividades educativas en unos 78 puntos porcentuales. Estas actividades incluyen estudiar en casa, pasar tiempo en la escuela, e ir a la escuela. Separando el efecto en las diferentes actividades, encontramos que este incremento se debe a un aumento de 54 puntos porcentuales en la probabilidad de pasar tiempo estudiando; y un incremento de 84 puntos porcentuales en la probabilidad de dedicar tiempo a trasladarse entre el hogar y la escuela. Este aumento en el tiempo de viaje refleja que los niños son más propensos a asistir a la escuela.

- Los niños que estudiaron en casa lo hicieron por un promedio de dos horas al día. Debido a que la electrificación aumenta la probabilidad de participar en actividades educativas, los subgrupos de tratamiento y control que participan en las actividades educativas pueden ser diferentes, lo que representa un posible sesgo de selección, lo cual discutimos en la sección metodológica del reporte. Entonces, no podríamos interpretar este hallazgo como que la electrificación conduce a un aumento de dos horas en el tiempo de estudio, sin embargo, sirve para un propósito ilustrativo.

El tiempo promedio asignado a la educación (por los que participan en tales actividades) fue de 6.1 horas por día. Una mayor proporción de niños que estudian en casa es un indicador importante de la mejora del aprendizaje, especialmente teniendo en cuenta que este aumento se asoció con un mejor ambiente de estudio (debido a la electrificación).

### ***Asignación de Tiempo – Adultos***

- Los trabajadores que en hogares conectados a la red eléctrica fueron más propensos a dedicarse a empleos no-agrícola, 26 puntos porcentuales (al nivel de 90 por ciento de confianza). El tamaño del efecto fue mayor para las mujeres; la probabilidad de participar en un empleo no agrícola en algún momento durante los cuatro períodos siguientes a la extensión de la red aumentó en 46 puntos porcentuales para las mujeres en los hogares conectados a la red eléctrica.

### ***Ingreso Anual de los Hogares***

- La electrificación aumentó la probabilidad de operar un negocio en casa en 12 puntos porcentuales en los hogares que se conectaron a la red porque recibieron un cupón de descuento. Cuando dividimos la muestra por género, sólo las estimaciones para las mujeres fueron estadísticamente significativas y aumentan a 25 puntos porcentuales.
- Encontramos evidencia mixta en cuanto a los efectos de la electrificación sobre el ingreso de los hogares. Las estimaciones experimentales del impacto de la conexión eléctrica sobre los ingresos sugieren que la electrificación aumentó el ingreso anual de los hogares en alrededor de 1,600 USD al año, aunque la estimación tiene intervalos de confianza amplios y no es estadísticamente significativa. Los efectos no experimentales son más modestos y más precisos (dado el mayor número de observaciones en la estimación). Los efectos no experimentales sugieren un aumento de 55 USD en el ingreso neto no laboral (un incremento de 18 por ciento con respecto al valor base) y 208 USD en el ingreso neto de mano de obra (un incremento de 20 por ciento del valor base). El efecto sobre el ingreso neto total fue de 111 USD (8.8 por ciento de la línea base). Las diferencias entre estas estimaciones muestran que los efectos podrían ser muy grandes para los hogares conectados a la red debido al haber recibido el cupón de descuento.

d. Siguiendo pasos/análisis futuro

Los resultados presentados en este informe se recopilarán en artículos académicos que se publicarán en revistas de políticas y desarrollo. Los esfuerzos de difusión de presentaciones incluirán: presentación del informe al personal de la Sede de la *Millennium Challenge Corporation* (MCC), presentación en los talleres del MCC, presentación de conclusiones y recomendaciones

clave a las partes interesadas locales y presentación de conclusiones en otras conferencias internacionales de desarrollo.



Tabla ES 1 Evaluación de evidencia de electrificación rural por sub-actividad: inmediato y corto plazo

<b>Término</b>	<b>Tema</b>	<b>Impacto</b>	<b>Tamaño del Efecto</b>	<b>Heterogeneidad</b>	<b>Metodología</b>
<b>Inmediato</b>	<b>Cobertura y Acceso</b>	Tanto los vales de descuento bajo como los de descuento alto aumentaron la probabilidad de adopción de una conexión formal.	Los cupones individuales de descuento hicieron que los hogares fueran más propensos a conectarse a la red, entre 11 y 19 puntos porcentuales más probabilidad de conectarse. El efecto fue similar para los hogares que recibieron los cupones de 20 por ciento y 50 por ciento.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
		Los efectos de desborde o spillovers fueron grandes. La decisión de conexión de un vecino explica la decisión de conexión de uno mismo.	Una conexión adicional en un radio de 100 metros aumentó la probabilidad de que un hogar tuviera una conexión en 10 puntos porcentuales, casi el mismo efecto que si el hogar hubiera recibido un cupón de descuento.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
<b>Corto Plazo</b>	<b>Costos de Afrontamiento</b>	Disminución en la probabilidad de utilizar fuentes de iluminación no eléctricas.	La mayoría de los cambios en el combustible se debió a la reducción del uso de keroseno. La electrificación redujo la probabilidad de utilizar o tener un gasto en keroseno entre 24 y 33 puntos porcentuales. Otras fuentes de energía mostraron cambios económicamente pequeños y estadísticamente no significativos.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
		La electrificación causó grandes reducciones en los gastos de keroseno.		Sin efecto diferenciado.	Experimental
		No hay evidencia de cambios en las prácticas de cocina, ya sea en el uso de la madera para cocinar o en la probabilidad de cocinar al aire libre.	Este efecto sería improbable, ya que el uso de madera para cocinar era de alrededor del 85 por ciento en la línea de base y ya que cocinar con electricidad es mucho más caro.	Sin efecto diferenciado.	Experimental

**Tabla ES 2 Evaluación de evidencia de electrificación rural por sub-actividad: mediano plazo**

<b>Término</b>	<b>Tema</b>	<b>Impacto</b>	<b>Tamaño del Efecto</b>	<b>Heterogeneidad</b>	<b>Metodología</b>
<b>Mediano Plazo</b>	<b>Salud</b>	Reducción de la contaminación del aire debido a la sustitución del keroseno como fuente de iluminación.	La concentración de contaminantes en el aire durante la noche fue entre 67 y 73 por ciento menor en los hogares que recibieron cupones de descuento. La resiliencia temporal de los efectos fortaleció el vínculo entre la electrificación de los hogares y la salud.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
		La electrificación condujo a una reducción de la incidencia de infecciones respiratorias (IRA) en los niños menores de seis años.	Este vínculo se refleja en la reducción de 37 a 44 por ciento en la incidencia de IRA en los niños menores de seis años.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
	<b>Educación, Ocio e Información</b>	Los niños en edad escolar (de 6 a 15 años) aumentaron el tiempo dedicado a estudiar en casa. No hubo impacto en la probabilidad de estar inscrito en la escuela.	Los cupones de descuento aumentaron en 78 puntos porcentuales la probabilidad de dedicar tiempo a actividades educativas.	Sin efecto diferenciado.	Experimental
		Aumento en la propiedad de los electrodomésticos, como televisores, equipos de música, refrigeradores y licuadoras.	La electrificación aumentó la probabilidad de tener refrigeradores (54 puntos porcentuales), licuadoras (25 puntos porcentuales) y lavadoras (13 puntos porcentuales).	Sin efecto diferenciado.	Experimental
	<b>Productividad</b>	Los beneficiarios de la electrificación fueron más propensos a participar en actividades de trabajo independiente o por cuenta propia y en actividades productivas no agrícolas.	Los trabajadores en los hogares conectados a la red fueron 26 puntos porcentuales (al nivel de confianza del 90 por ciento) más propensos a dedicarse al empleo no agrícola.	El efecto fue mayor para las mujeres.	Experimental, No-Experimental
			La electrificación aumentó la probabilidad de operar un negocio en casa en 12 puntos porcentuales entre los hogares que se conectaron a la red debido al cupón de descuento.	Este aumento parece provenir de los adultos en el rango de edad de 30-40 años en lugar de los trabajadores más jóvenes.	

Tabla ES 3 Evaluación de evidencia de electrificación rural por sub-actividad: largo plazo

<b>Término</b>	<b>Tema</b>	<b>Impacto</b>	<b>Tamaño del Efecto</b>	<b>Heterogeneidad</b>	<b>Metodología</b>
<b>Largo Plazo</b>	<b>Crecimiento Económico</b>	Aumentos en los ingresos y gastos totales.	<p>Encontramos evidencia mixta sobre los efectos de la electrificación en los ingresos de los hogares.</p> <p>Los resultados experimentales sugieren que la electrificación aumentó el ingreso anual de los hogares en alrededor de 1,600 USD por año, aunque la estimación no es estadísticamente significativa.</p> <p>Los resultados no experimentales son más modestos y más precisos. Los efectos no experimentales sugieren un aumento de 55 USD en el ingreso neto no laboral (18 por ciento de aumento con respecto al valor base) y 208 USD en el ingreso neto de mano de obra (20 por ciento de la línea base) -estáticamente significativo al nivel de confianza del 95 por ciento. El efecto sobre el ingreso neto total es 111 USD (8.8 por ciento de la línea base).</p>	Sin efecto diferenciado.	Experimental, No-Experimental
		Efectos distributivos y pobreza.	Los cambios en los ingresos tuvieron algunas consecuencias distributivas, con los hogares que recibieron los cupones de descuento siendo 10 puntos porcentuales menos propensos a tener ingresos por debajo de la mediana.	Sin efecto diferenciado.	Experimental,