



**IEEM** Integrated Economic-Environmental Modeling

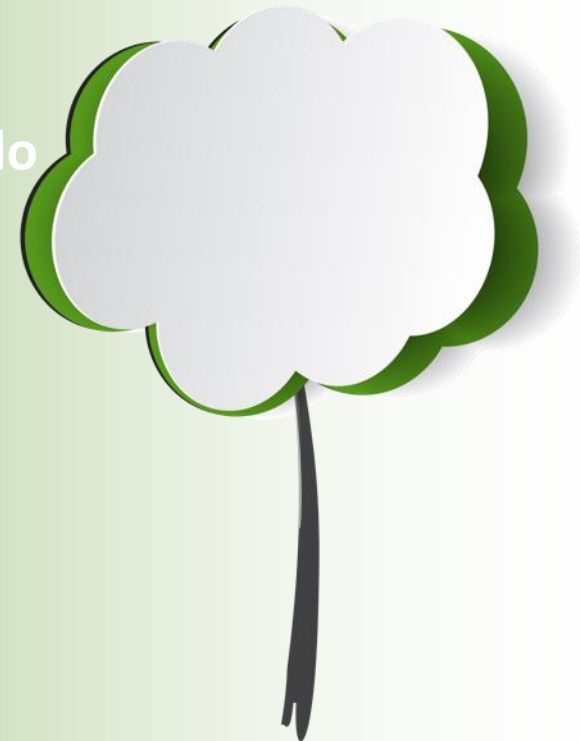
# La Plataforma **IEEM** y el Crecimiento Verde

**Onil Banerjee, Banco Inter-Americano de Desarrollo**  
**Martin Cicowiez, Universidad Nacional de La Plata**  
**Renato Vargas, CHW Research**  
**Sebastian Dudek, Consultor del BID**  
**Mark Horridge, Victoria University**

*Antigua, Guatemala, 17 de Mayo, 2017.*

**Taller Regional de Contabilidad Ambiental**

**World Bank WAVES y UN ECLAC**





## Plan

- Uso de las cuentas: de indicadores a modelos de simulación
- Que es IEEM y como funciona?
- Aplicaciones de IEEM
  - Crecimiento verde y la modelación de servicios ecosistémicos; el caso de Ruanda.
  - Leña y deforestación.
  - Los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Actividad aplicada al sector energético



## Usos de las cuentas ambientales

- Indicadores; proyecciones simples; análisis de escenarios (insumo-producto; IEEM).
- Indicadores para identificar/monitorear/reportar sobre áreas problemáticas.
- Proyecciones y escenarios para la formulación de políticas (tarifas sobre consumo de agua; impuestos sobre emisiones; fijar NDCs).
- Modelación de escenarios vs. metas.

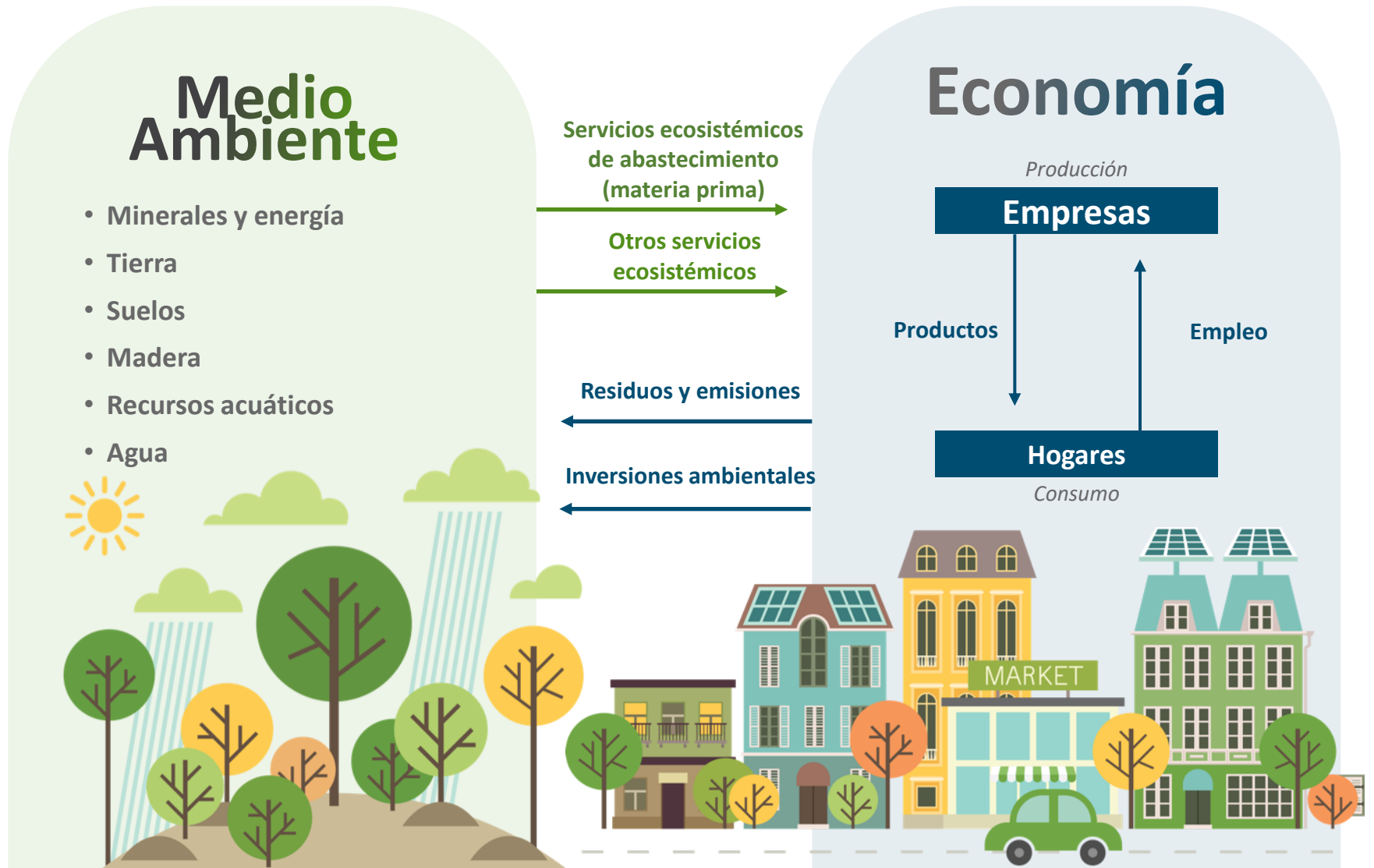


## IEEM: Una nueva plataforma de decisión basada en el capital natural

- IEEM es un marco analítico que permite formular preguntas del tipo “ que pasaría si...” para estimar impactos de políticas/inversiones sobre flujos económicos (PIB), el capital natural, y la riqueza;
- El punto de partida de IEEM es un modelo de equilibrio general;
- IEEM integra datos sobre el capital natural bajo el Sistema de Contabilidad Ambiental Económico (SICAE).
- Módulos de capital natural: silvicultura, energía, recursos pesqueros, minería y agua, y; emisiones/desechos.



# IEEM: Interacciones Economía-Medio Ambiente





## Aplicaciones de IEEM









## Ruanda: Contexto



- Superficie 2.6 millones de ha; 11.3 millones de habitantes.
- 40% población bajo la línea de pobreza.
- PIB: US\$7.9 mil millones, 33% agrícola; 90% mano de obra.





## IEEM aplicado a la Estrategia de Crecimiento Verde

### Green Growth and Climate Resilience

National Strategy for Climate Change and Low Carbon Development

Kigali

October 2011



- Alcanzar estatus de país de ingreso medio.
- Transformar su economía de subsistencia en economía de conocimiento.
- Aumentar la productividad agrícola y forestal son aspectos importantes de la estrategia.



## Escenarios

**FOR**: Aumento en cobertura forestal de 28.8% (686,636 ha) a 30%, plantando 103,504 ha.

 Costo: US\$285.6 millones; 7,393 ha/año de 2018-2031.

**LEÑA**: Leña= 86% de energía. Cocinas y carboneras más eficientes resultan en una ganancia de eficiencia de 25%.

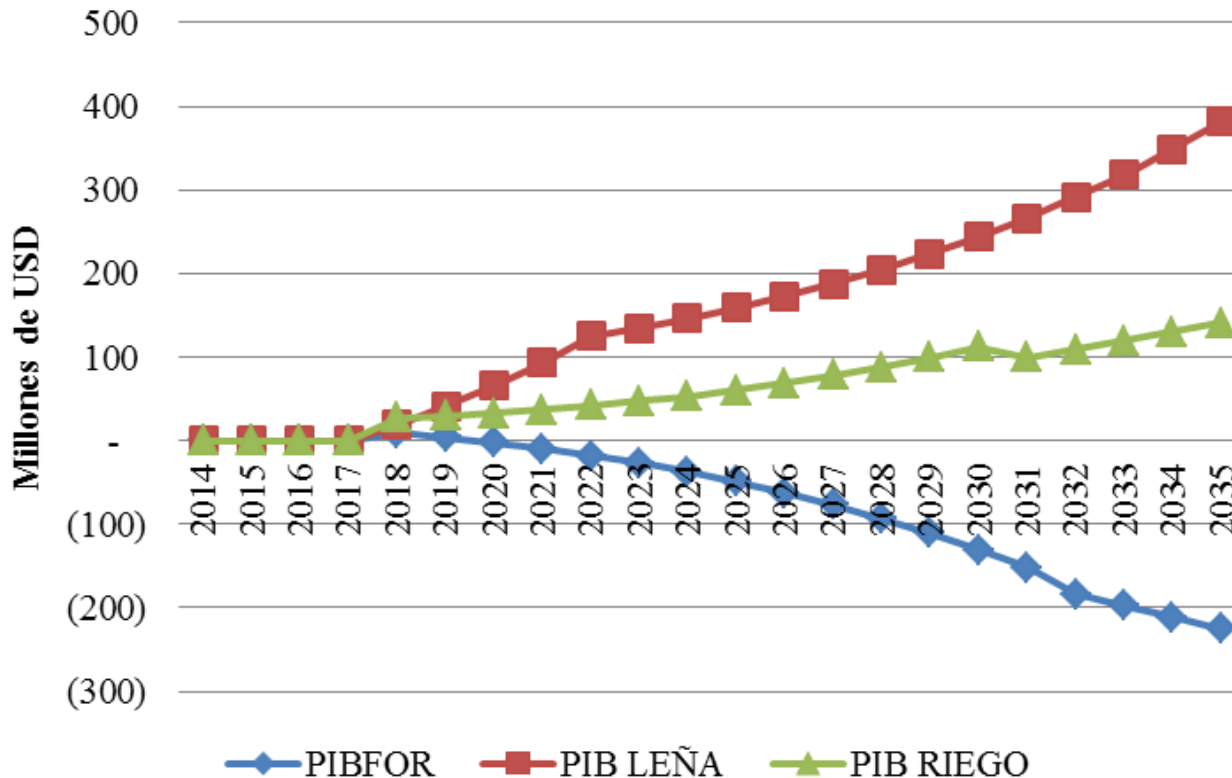
 Costo: US\$4.5 millones de 2018-2022.

**RIEGO**: Área irrigada actual: 28,796 ha; aumentar área bajo riego por 85,473 ha; 25% aumento en productividad

 Costo: US\$972.5 millones de 2018-2030.



## Resultados: PIB



- Diferencia entre línea base.
- FOR, PIB cae hasta US\$225 millones en 2035; LEÑA, PIB aumenta hasta US\$382 millones y RIEGO US\$141 millones.
- Ahorros genuinos:

-US\$129 millones, US\$114 millones y US\$61 millones, FOR, LEÑA, RIEGO.



## Resultados: Empleo

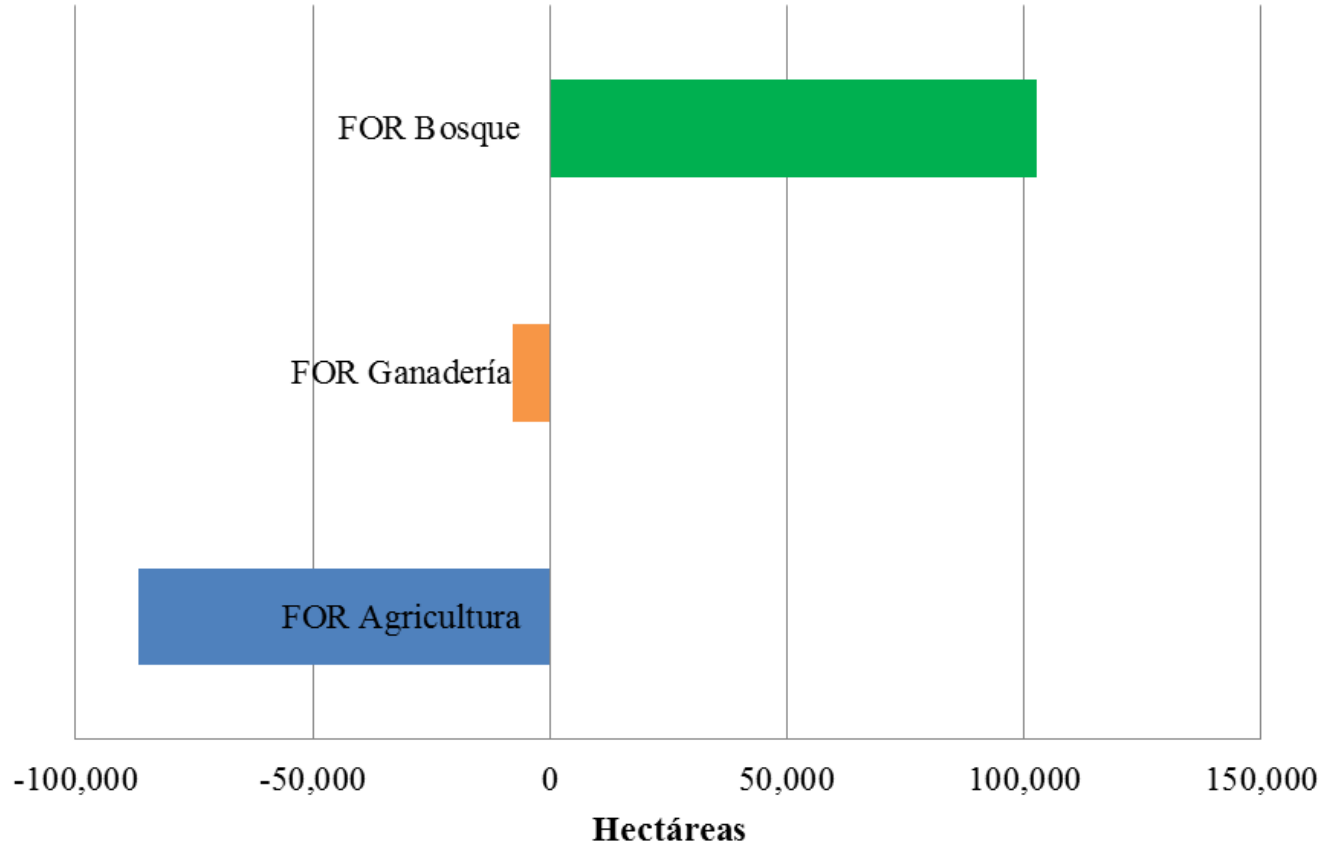


- Diferencia en crecimiento anual promedio, del primer al último año (pp).
- Valor agregado demuestra tendencia similar.





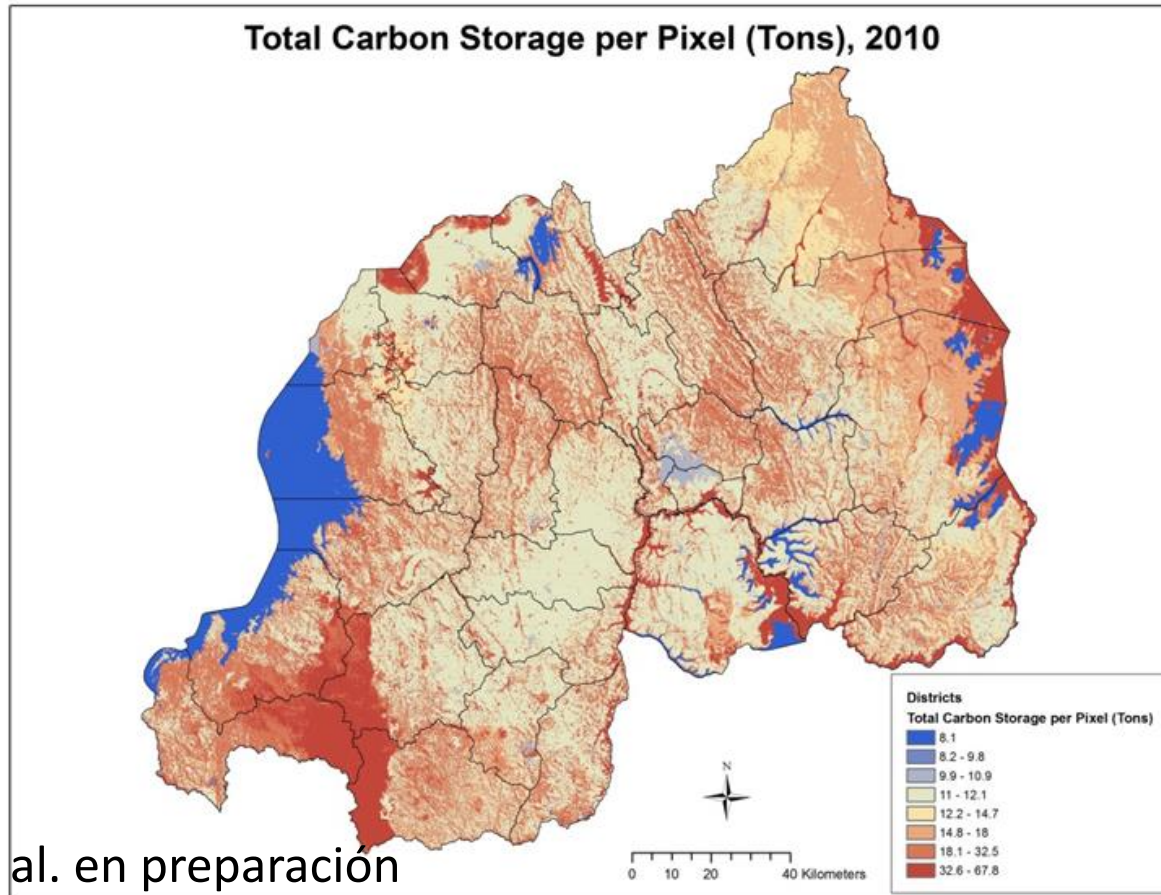
## Resultados: FOR; uso de la tierra (hectáreas)



- Diferencia respecto del escenario base, último año.



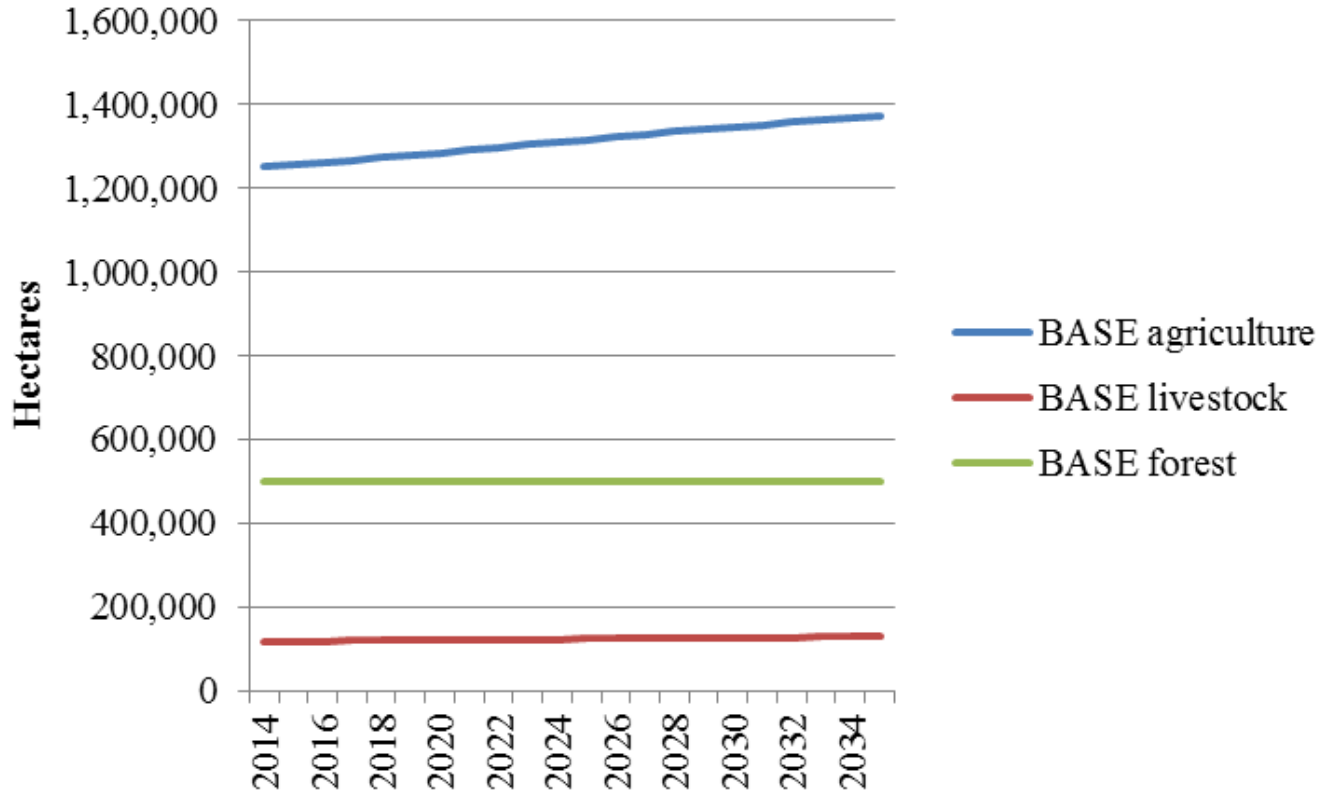
## Modelación de servicios ecosistémicos: Generar nuevos mapas de uso y cobertura



Fuente:  
Ken Bagstad et al. en preparación



## Proyección de línea base hasta 2035



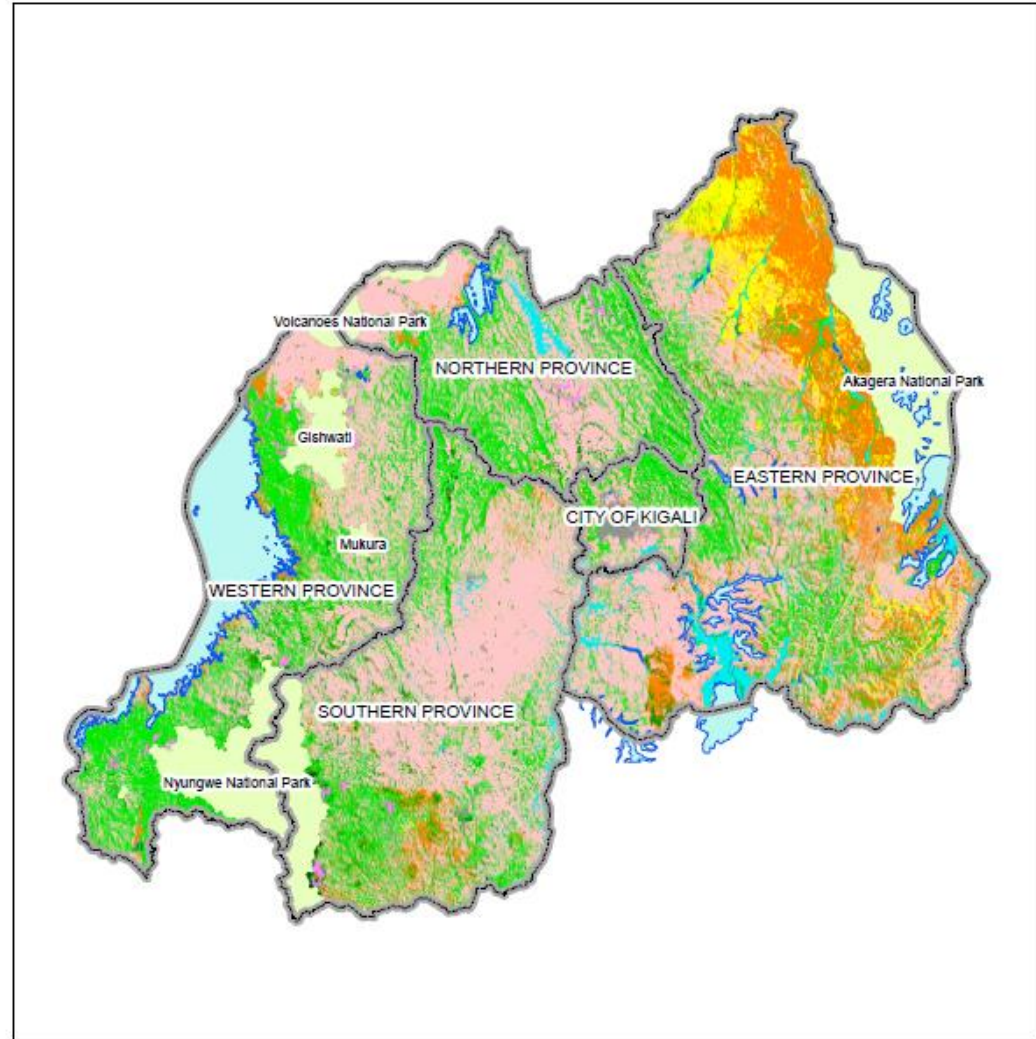
- Proyección línea base; 123,292 ha agricultura; 12,139 ha ganadería.



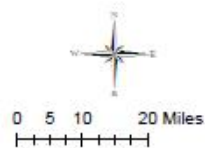
# Línea base, cobertura y uso de tierra

Rwanda Land Use

- Province
- lakes
- Protected areas
- Land\_Cover**
- Woodland
- Wetland
- Water Body
- Sparse Forest
- Settlement
- Perennial Cropland
- Otherland
- Open Shrubland
- Open Grassland
- Moderate Forest
- Dense Forest
- Closed Shrubland
- Closed Grassland
- Annual Cropland



Fuente de datos:  
SERVIR.







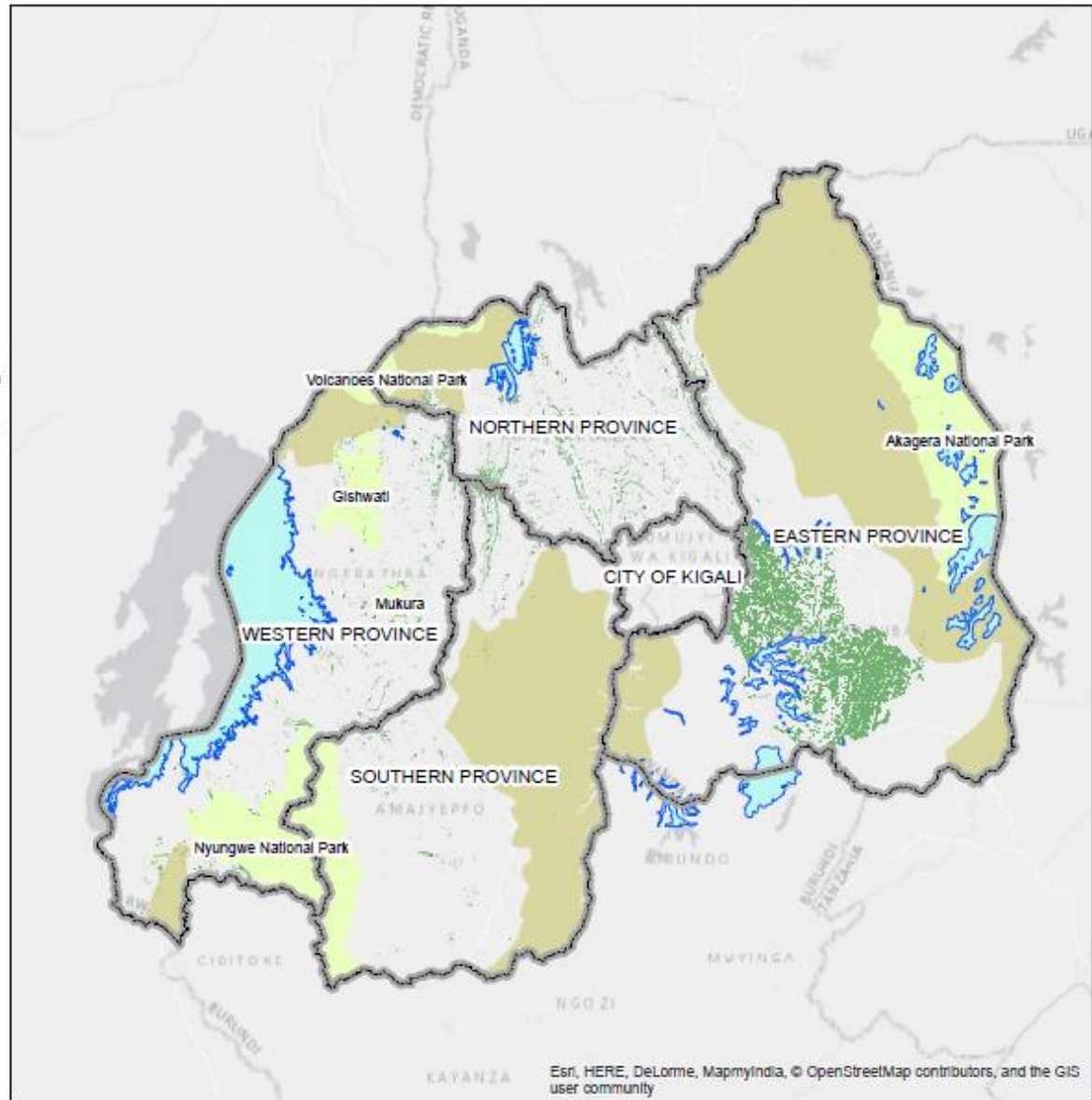
# Plan Maestro Uso de Tierra

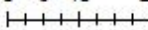
Rwanda Land Use

-  Province
-  lakes
-  Reforestation
-  Sustainable Agriculture
-  Protected areas

26 511 hectares set aside for reforestation

719 071 hectares set aside for agriculture



0 5 10 20 Miles  


Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community



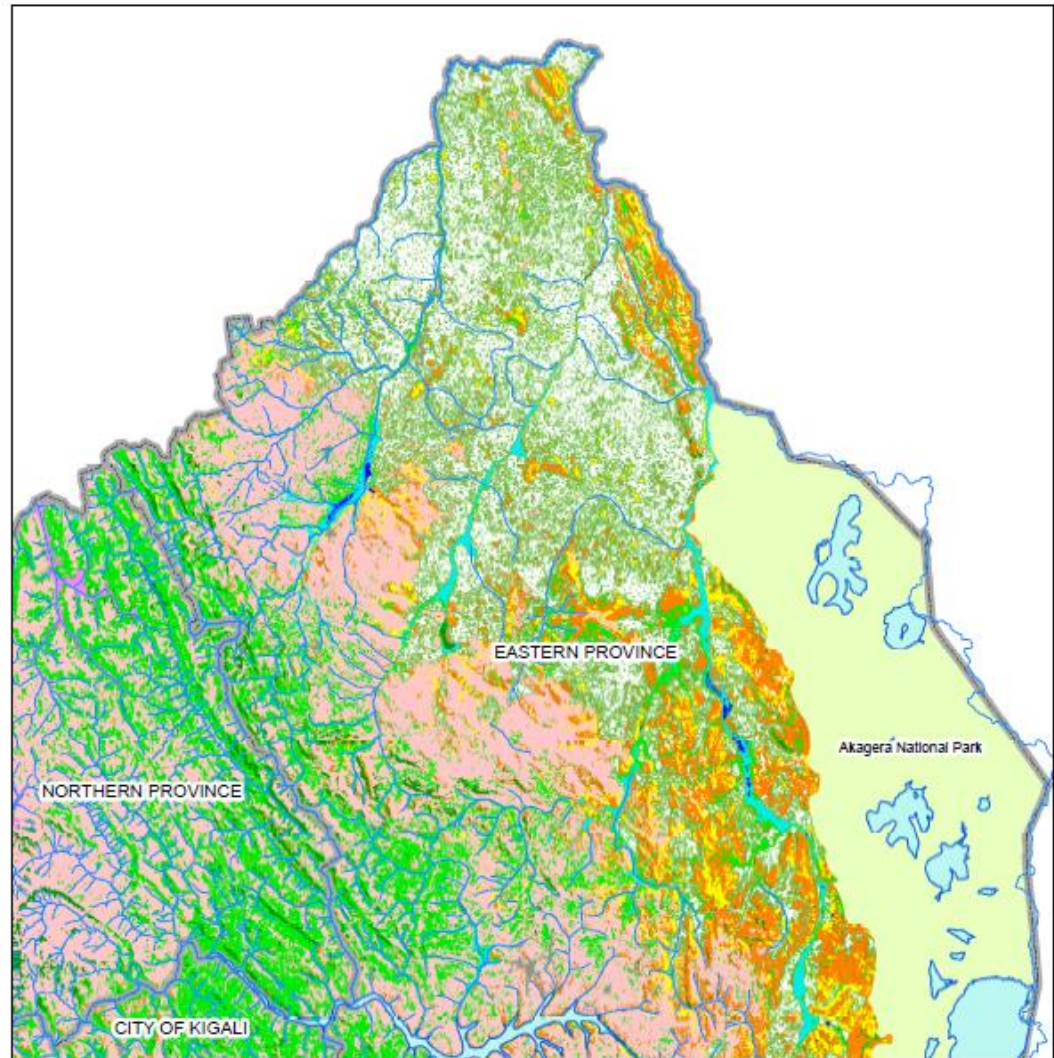
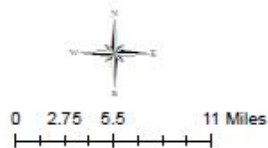
## Uso agrícola, meta 2035

	AGRICULTURE		Landuse cons
	MP	15% slope	
	Available Ha	Proportion	Available Ha
Eastern	401,911	0.56	160,485
Northern	41,013	0.06	2,370
Southern	229,619	0.32	3,802
Western	46,222	0.06	889
Total	718,765	1.00	167,545
	Target:		123,292

- Plan Maestro.
- Clases de uso: arbustal abierto y cerrado y sabana.
- Distribución proporcional.
- Pendiente < 15%.



# Línea base, uso de la tierra, Provincia Este, 2035





## FOR: Identificación de áreas elegibles

	FORESTRY		Landuse cons		
	MP		Outside MP	<60% slope, contig	Selected
	Available Ha	Proportion	Ha	Proportion	Ha
Eastern	11,163	0.42	148,401	0.77	58,661
Northern	7,325	0.28	2,835	0.01	1,121
Southern	3,309	0.13	26,515	0.14	10,481
Western	4,639	0.18	15,013	0.08	5,934
Total	26,436	1.00	192,764	1.00	76,197
	102,633		Remainder		76,197

- Plan Maestro
- Clases de uso: arbustal abierto y cerrado y sabana.
- Pendiente <60%; contiguo.

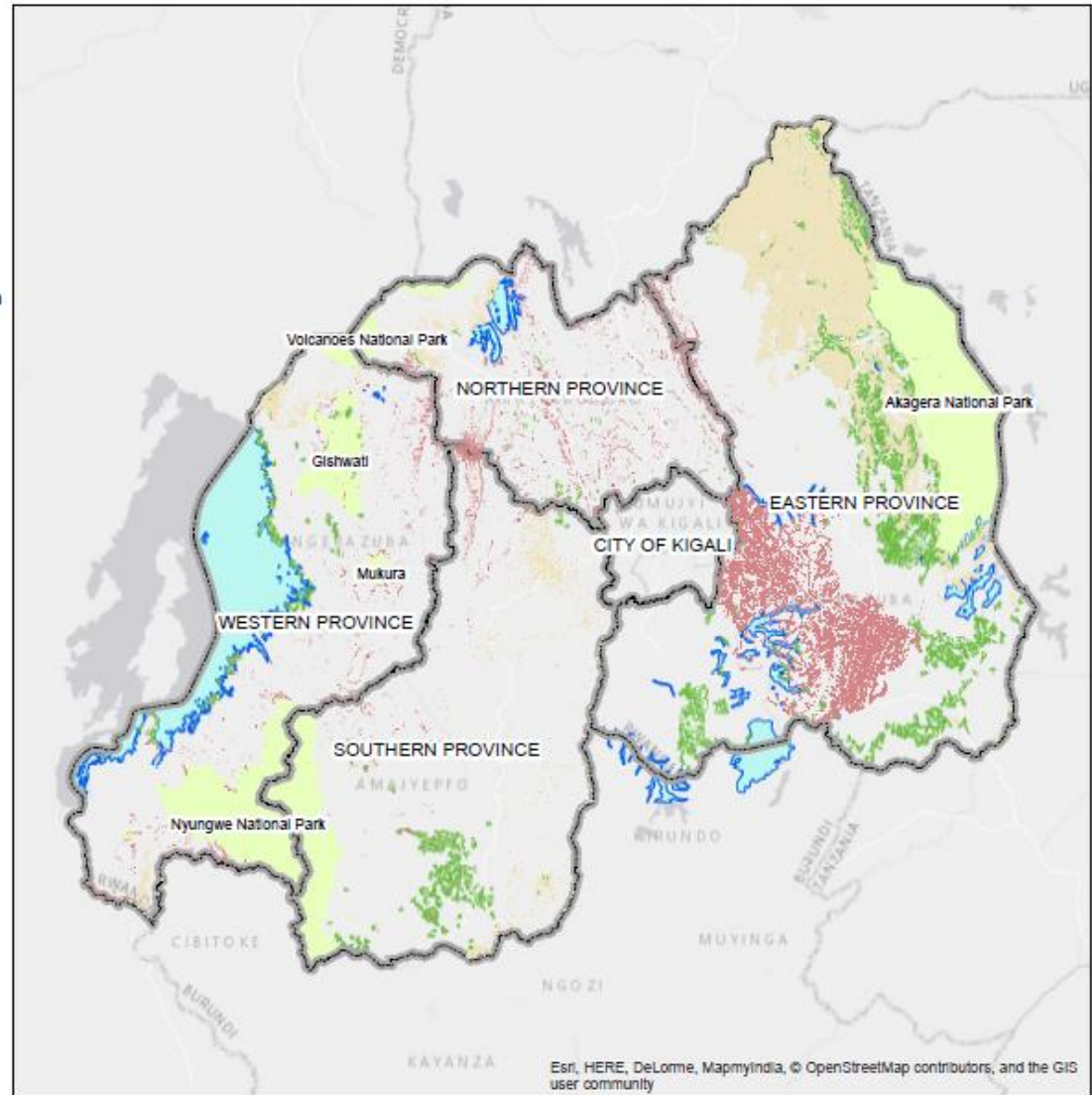




# FOR: Uso de la tierra

Rwanda Land Use

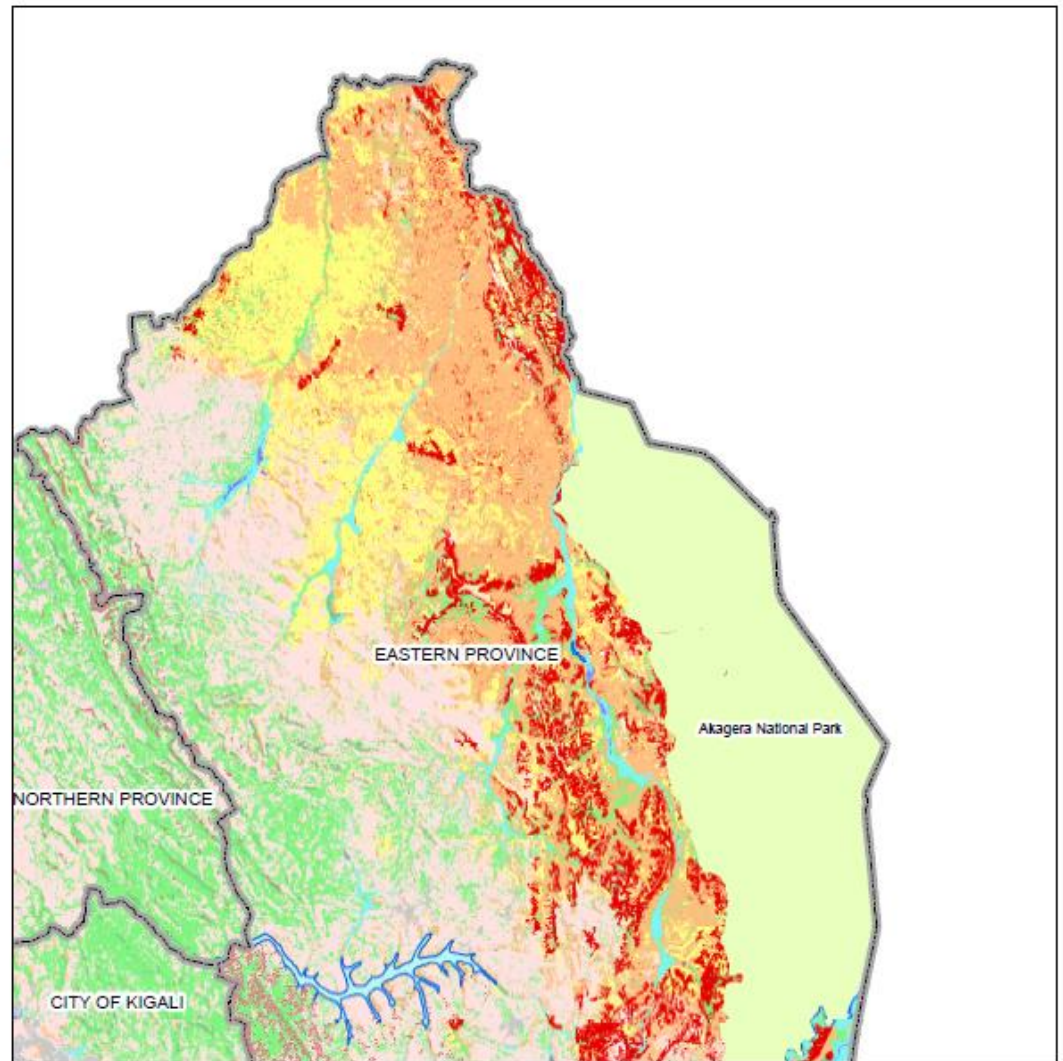
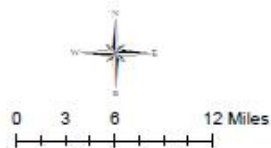
- Agricultural Areas in 2035
- Master Plan for Reforestation
- Province
- Other Reforestation in 2035
- Protected areas
- lakes



Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community



# FOR: Reforestación, Provincia Este, 2035

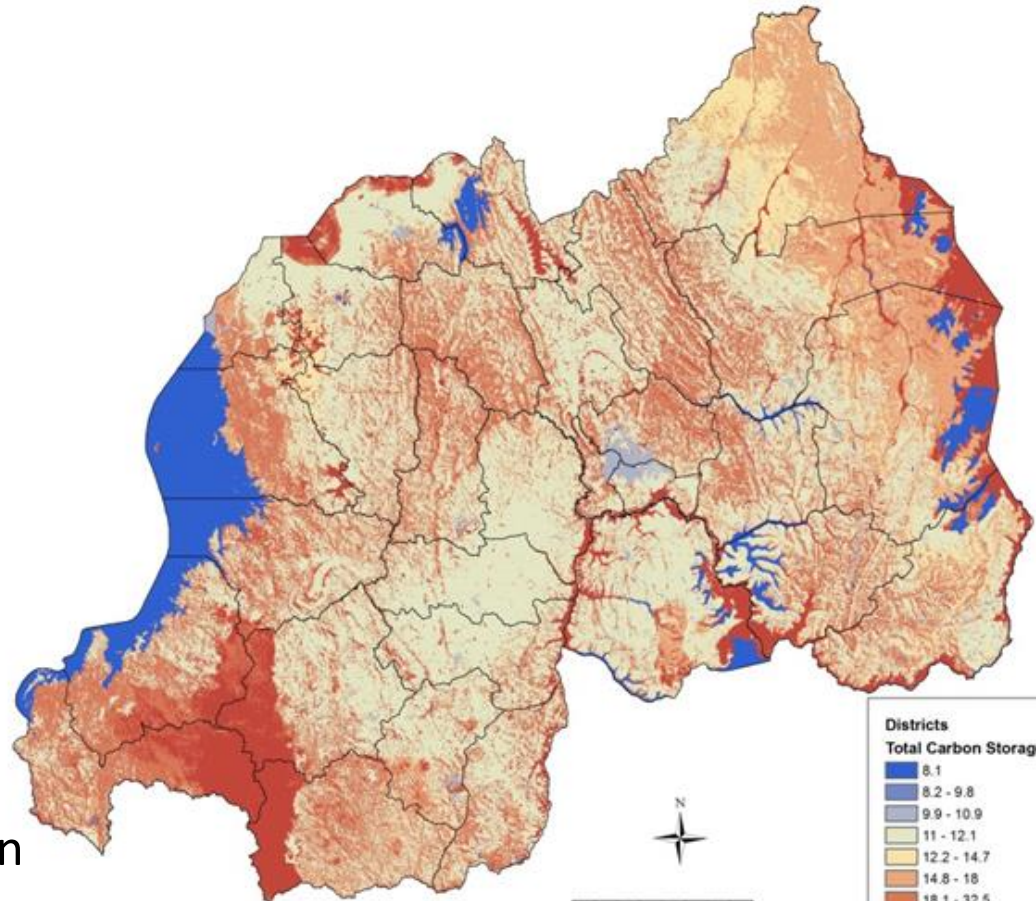




## Modelar futura oferta de servicios ecosistémicos, 2035

- Carbono
- Agua
- Sedimento
  
- Retroalimentar IEEM-RWA

Total Carbon Storage per Pixel (Tons), 2010



Fuente:  
Ken Bagstad et al. en preparación









## IEEM aplicado a la Estrategia de Uso de Leña en Guatemala

- Leña es fuente de 57% de energía consumida en el país.
- Deforestación; déficit de 10 millones de m<sup>3</sup>; 5,000 muertes prematuras/año; 1% del PIB.

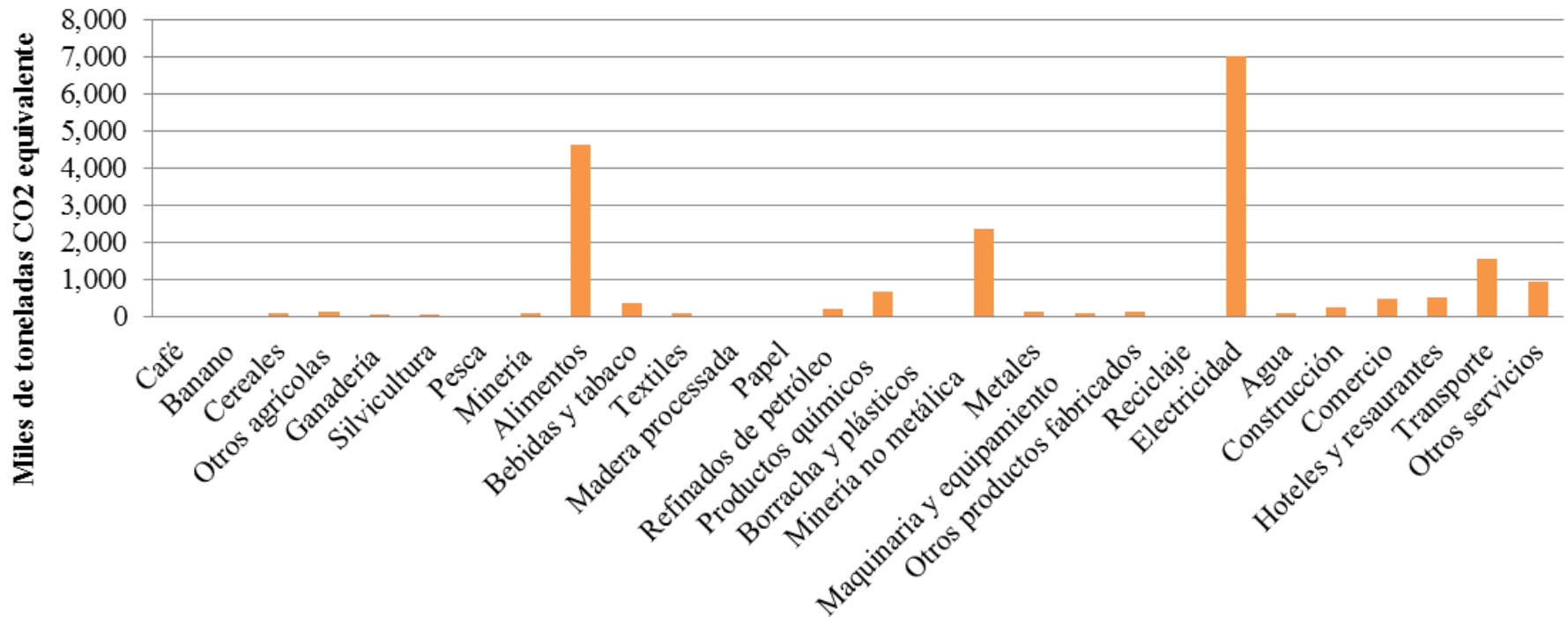
**EFICIENCIA**: hornos más eficientes, ganancia de 25%;

**EFICIENCIA + SALUD**: eficiencia con mejoras en productividad laboral rural;

**EFICIENCIA + DEFORESTACIÓN CERO**: eficiencia con deforestación cero.

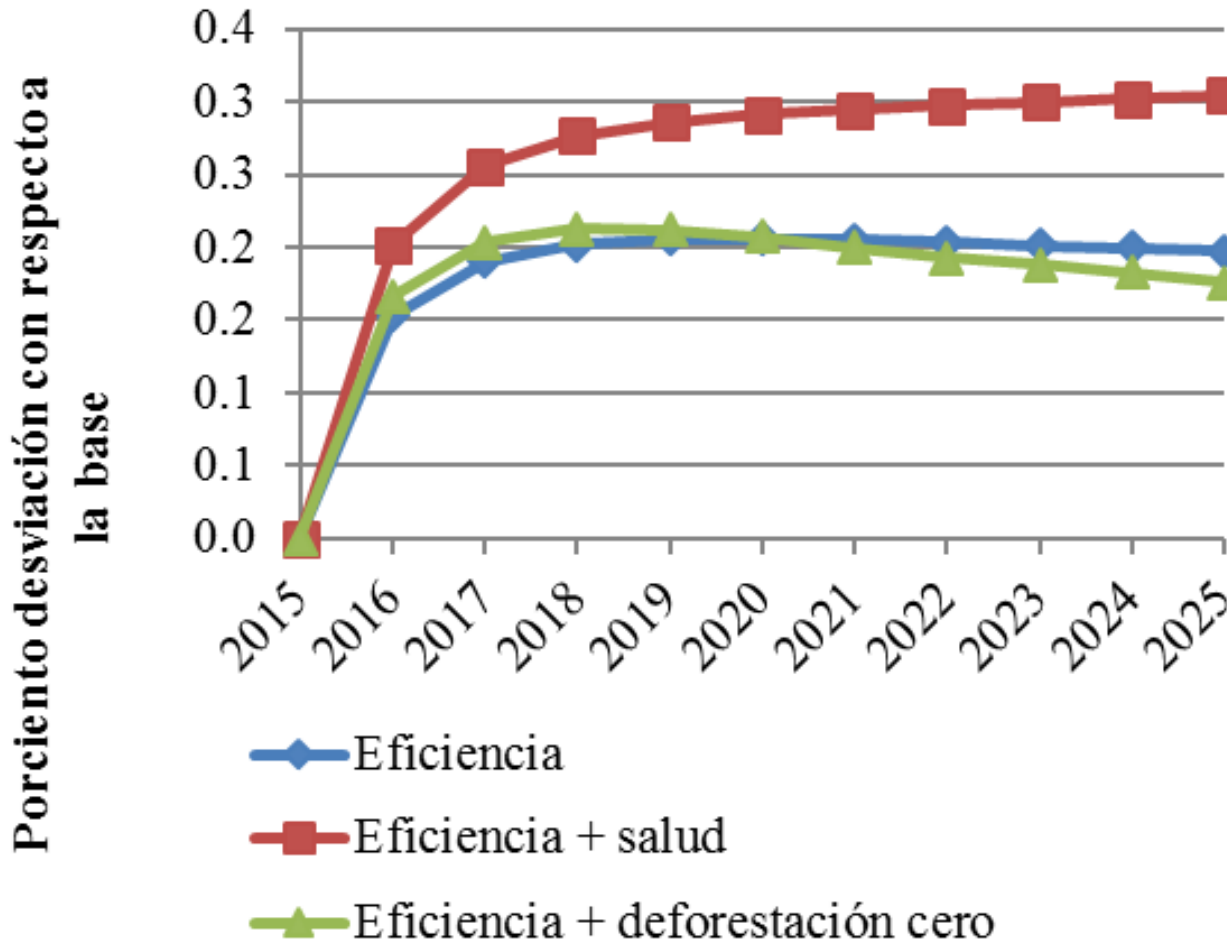


## Resultados: Emisiones línea base





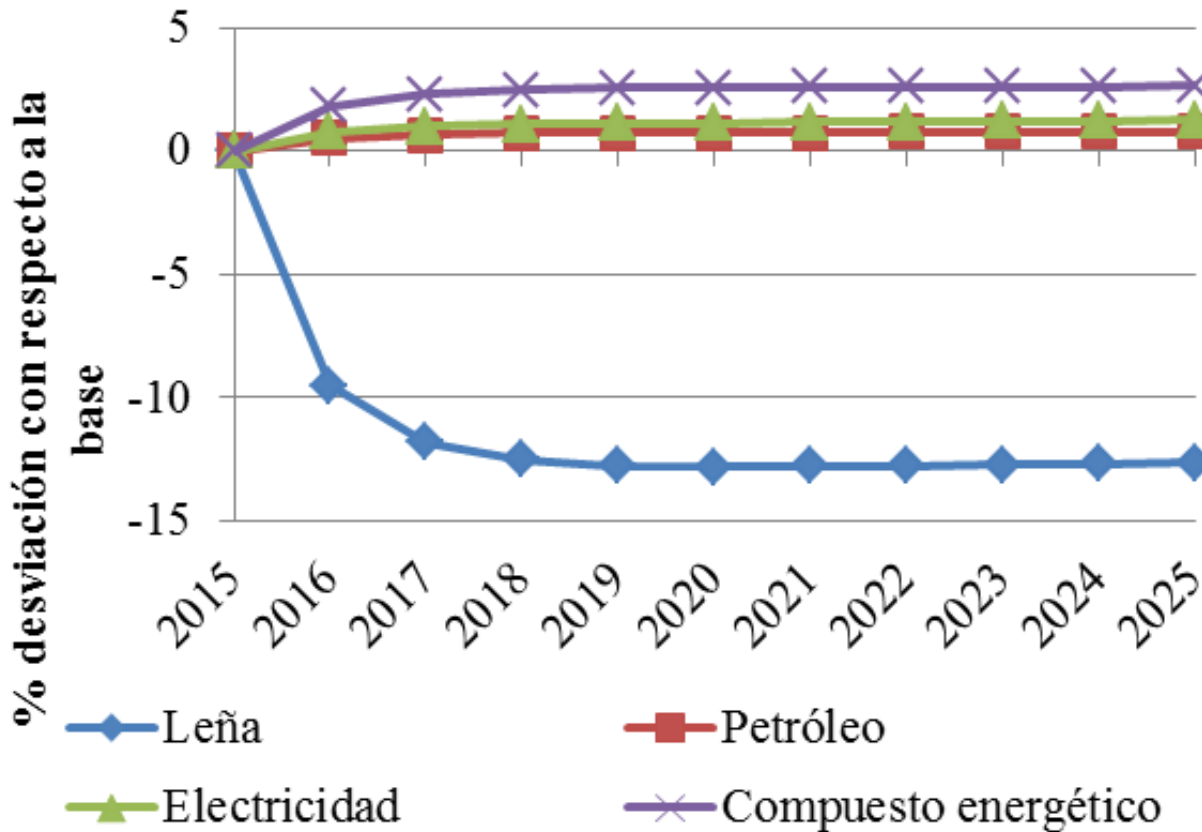
## Resultados: Consumo privado



- Aumento en bienestar de 0.30% (eficiencia + salud).



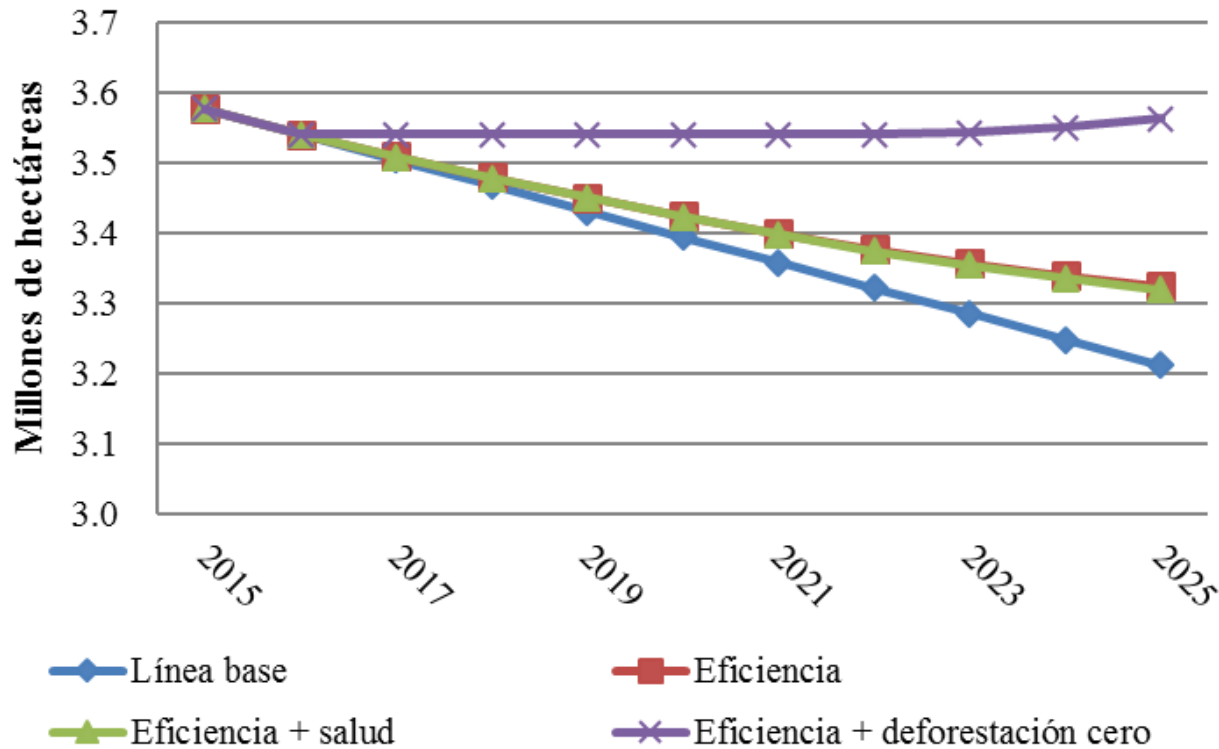
## Resultados: Consumo energético



- Consumo de energía aumenta.
- Consumo de leña baja en 12%, menos del 25% dado cambios en como cocinan.



## Resultados: Uso de la tierra

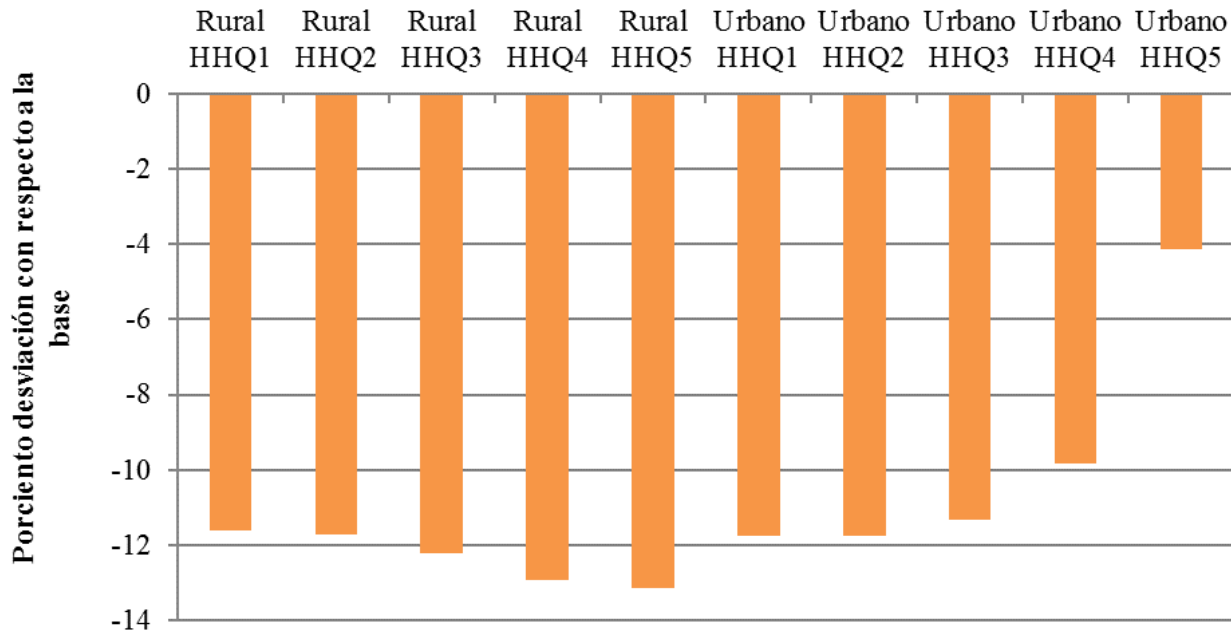


- Disminuye el área deforestada por 100,000 ha.





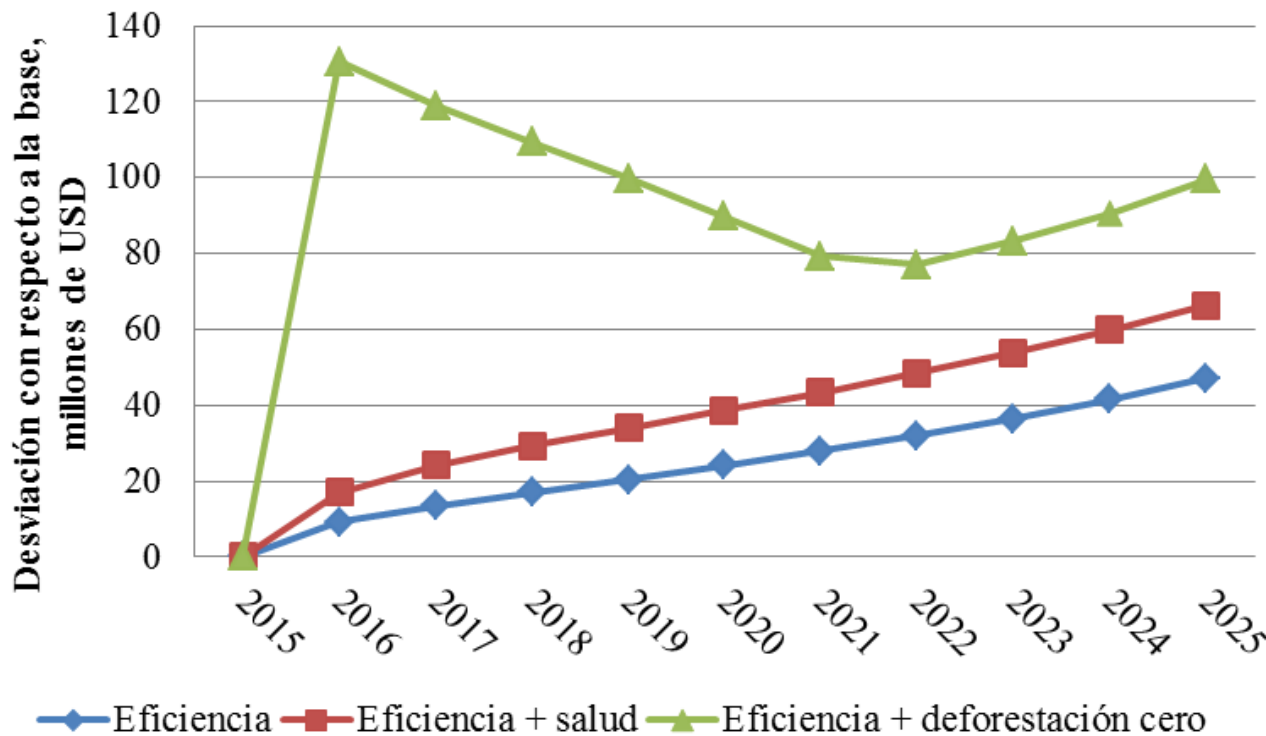
## Resultados: Emisiones por clase de hogar



- Más pobres gastan mayor proporción de ingresos en leña; benefician más en ahorros y salud.
- Emisiones de toda la economía disminuyen por 12.1%.



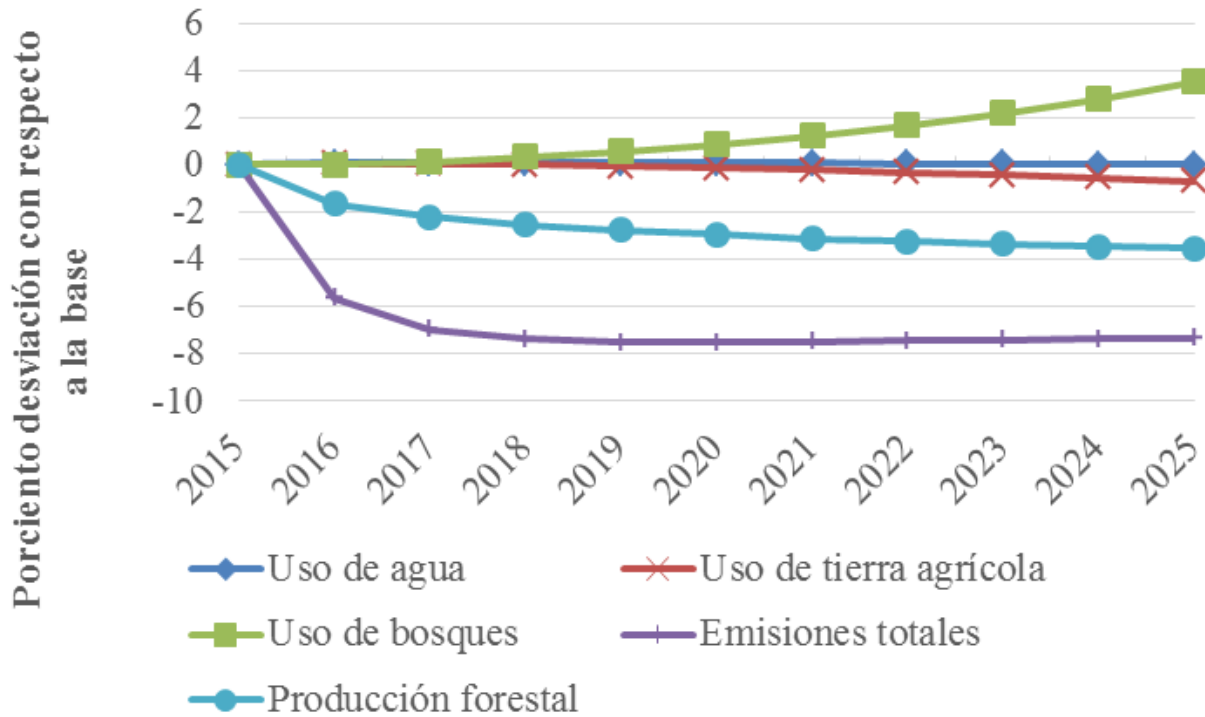
## Resultados: Ahorros genuinos



- Aumento en el estoque forestal.
- Más ingresos disponibles para consumo y ahorros.
- Tasa menor de emisiones.



## Resultados: Impactos multi-dimensionales, eficiencia.



- Agricultura ocupa menos tierra.
- Aumenta masa forestal.
- Producción forestal cae junto con precios.
- Emisiones totales disminuyen.
- Uso de agua similar a la línea base.



## Mensajes claves



- Genera evidencia para la fase de formulación del ciclo de política pública y la consideración de alternativas;
- Brinde información para la priorización y asignación eficaz de recursos públicos.
- Genera información para monitorear y ajustar una política implementada.



**1** FIN DE LA POBREZA



**2** HAMBRE CERO



**3** SALUD Y BIENESTAR



**4** EDUCACIÓN DE CALIDAD



**5** IGUALDAD DE GÉNERO



**6** AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO



**7** ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



**8** TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO



**9** INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA



**10** REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES



**11** CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



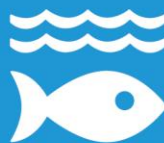
**12** PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



**13** ACCIÓN POR EL CLIMA



**14** VIDA SUBMARINA



**15** VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



**16** PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS



**17** ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS



  
**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**





## Escenarios

## Irrigación.

ODS 2, Hambre Cero, Meta 2.3: duplicar productividad agrícola/ingresos de hogares rurales.  
Estrategia: Aumentar agricultura de riego.



---

Aumento en área bajo riego: 106,300 ha.



---

Costo: US\$7.95 millones



---

Horizonte temporal: 5 años

**SDG**

---

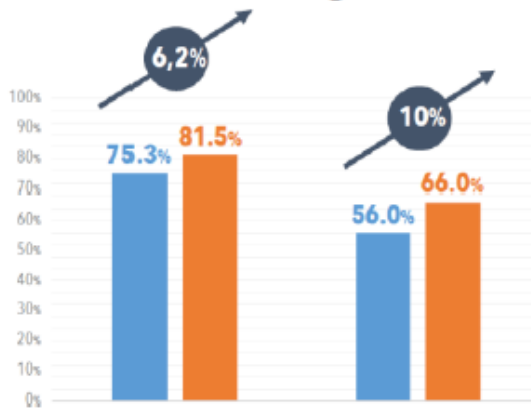
ODS 2, Hambre Cero, Meta 2.3



## Escenarios

### Agua y saneamiento.

ODS 6, Agua y Saneamiento, Metas 6.1 y 6.2: agua y saneamiento para todos.  
Estrategia: aumentar la cobertura de agua y saneamiento



Aumentar cobertura de agua y saneamiento a 81.5% y 66% respectivamente

Costo: US\$1.67 mil millones



# SDG

Horizonte temporal: 13 años

ODS 6, Agua y Saneamiento, Metas 6.1 y 6.2



## Resultados: Macro indicadores

- PIB aumenta US\$1,243 millones y US\$130 millones con RIEGO y AGUASAN, respectivamente.

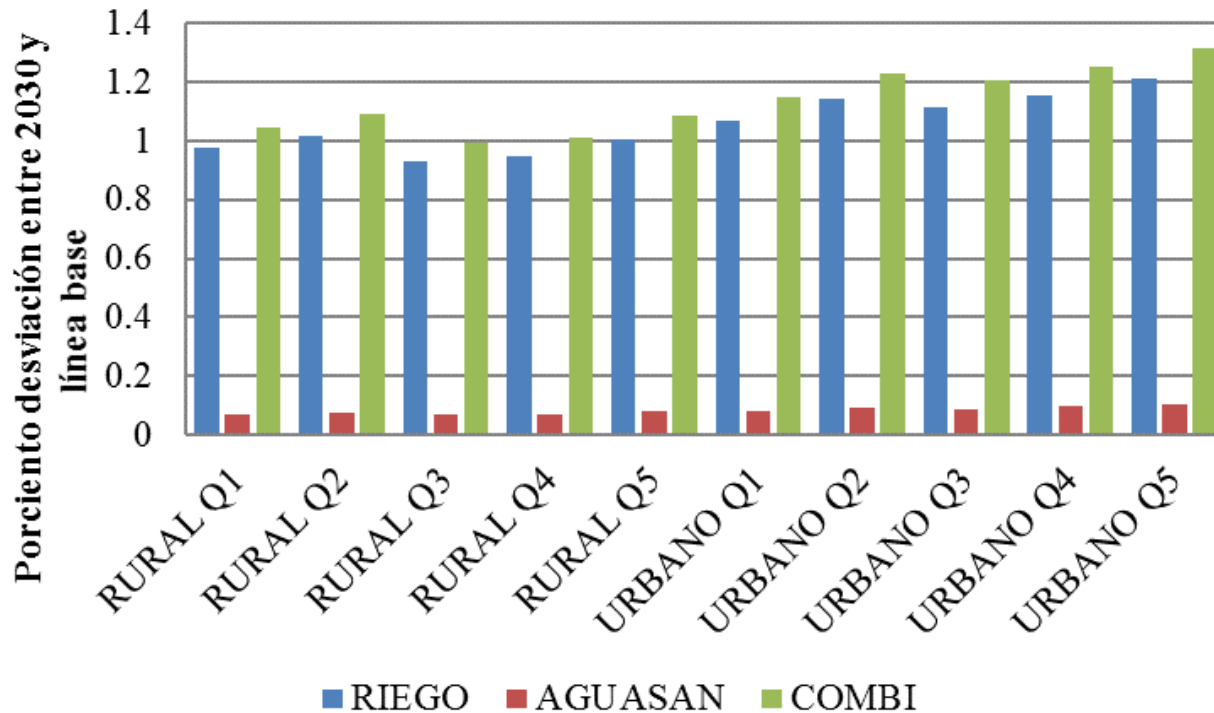
Diferencia entre línea base en 2030; millones de US dolares.

	RIEGO	AGUASAN	COMBI
PIB	\$ 1,243	\$ 130	\$ 1,371
Consumo privado	\$ 798	\$ 74	\$ 871
Inversión fija	\$ 280	\$ 34	\$ 313
Exportaciones	\$ 534	\$ 60	\$ 593
Importaciones	\$ 368	\$ 39	\$ 407
Ahorros genuinos	\$ 563	\$ 34	\$ 595

- Producción agrícola aumenta de 52% a 59%; indica que hay una brecha de 41% para duplicar productividad del sector.



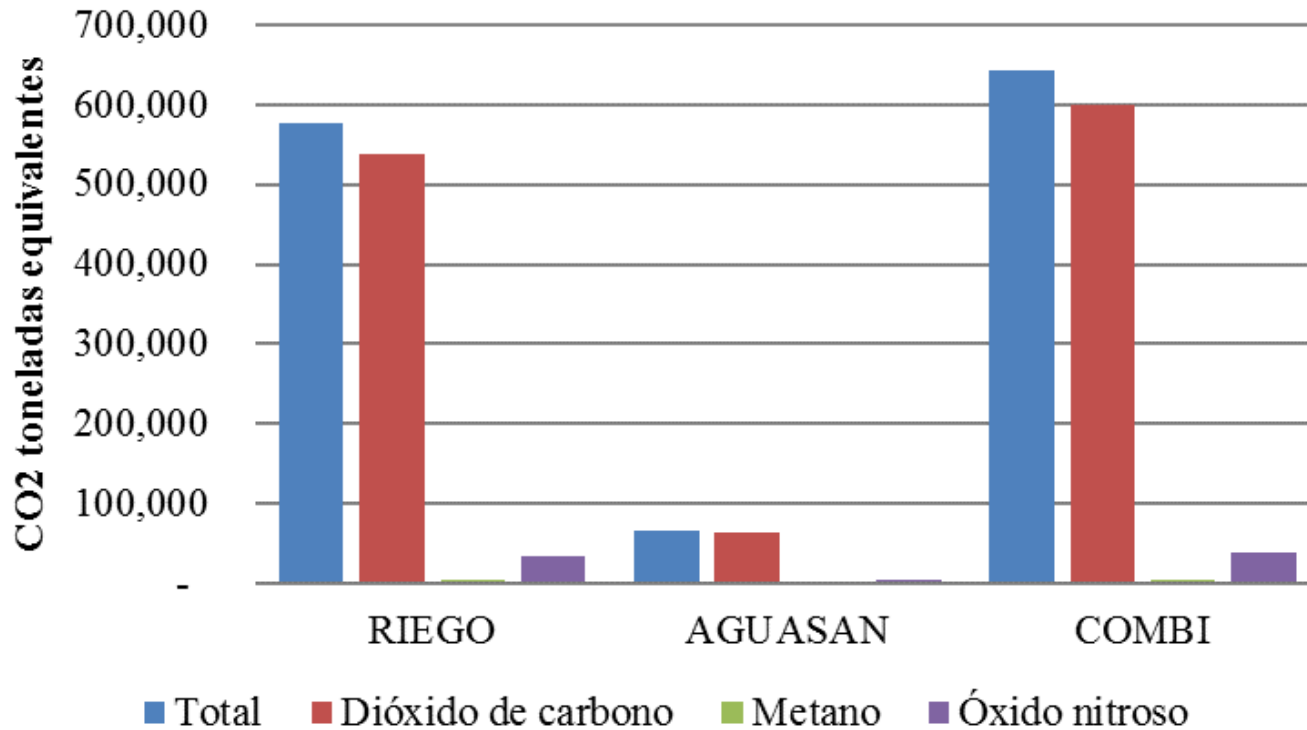
## Resultados: Ingresos



- Alto ingreso/urbano percibe mayor aumento en ingreso; 1.31% vs. 1.05%, COMBI.
- Permanece brecha en ingreso de 83% para lograr meta 2.3.
- En 2030, 2.42 millones salgan de pobreza; 100,000 COMBI.



## Resultados: Medio ambiente

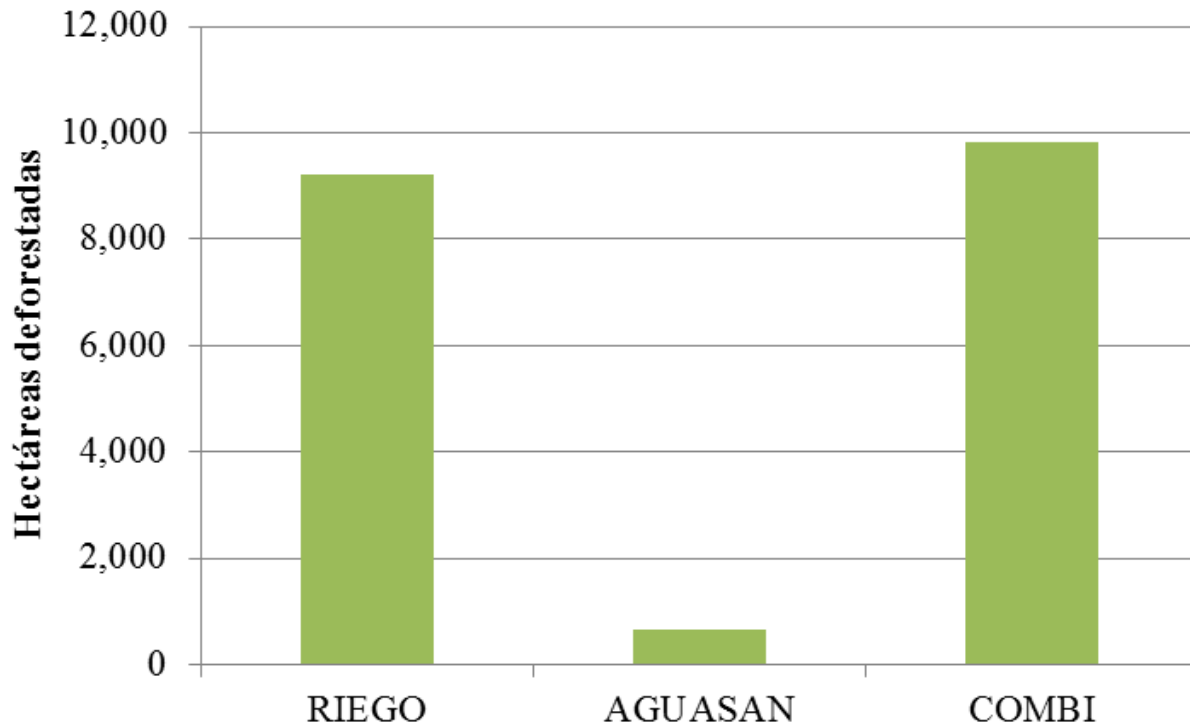


- Aumenta emisiones por 642,346 T CO2 equivalente, COMBI.





## Resultados: Medio ambiente



- 3 millones ha de bosque; deforestación de 36,528 ha en 2030 en la línea base.
- RIEGO y AGUASAN: 9,209 ha y 657 ha deforestadas, respetivamente.
- Ahorros genuinos aumenta por US\$595 millones, COMBI.



## Mensajes claves

- Brecha de 41% y 83% en producción agrícola y ingresos, respectivamente; requiere mas inversión.
- VPN negativo en el caso de AGUASAN; derecho humanos UN64/292 de 2010.
- COMBI: Inversión en riego compensa con VPN de US\$1.4 mil millones; estrategia de portafolio; alianzas publicas privadas.



## Mensajes claves

- **Impactos sinérgicos:** análisis integrado demuestra que ciertas líneas de acción (2.3- Hambre Cero) puedan contribuir a varios objetivos, por ejemplo: **ODS 1-** Eliminar Pobreza, y; **ODS 8-** Promover Desarrollo Económico y el Empleo (aumento de PIB en US\$1.37 mil millones).
- **Impactos perversos:** marco integrado demuestra trade-offs; avances hacia **ODS 2** implica deforestación, **ODS 15-** Promoviendo Uso Sostenible de Bosques, y; aumento en emisiones, **ODS 13-** Acción sobre Cambio Climático.

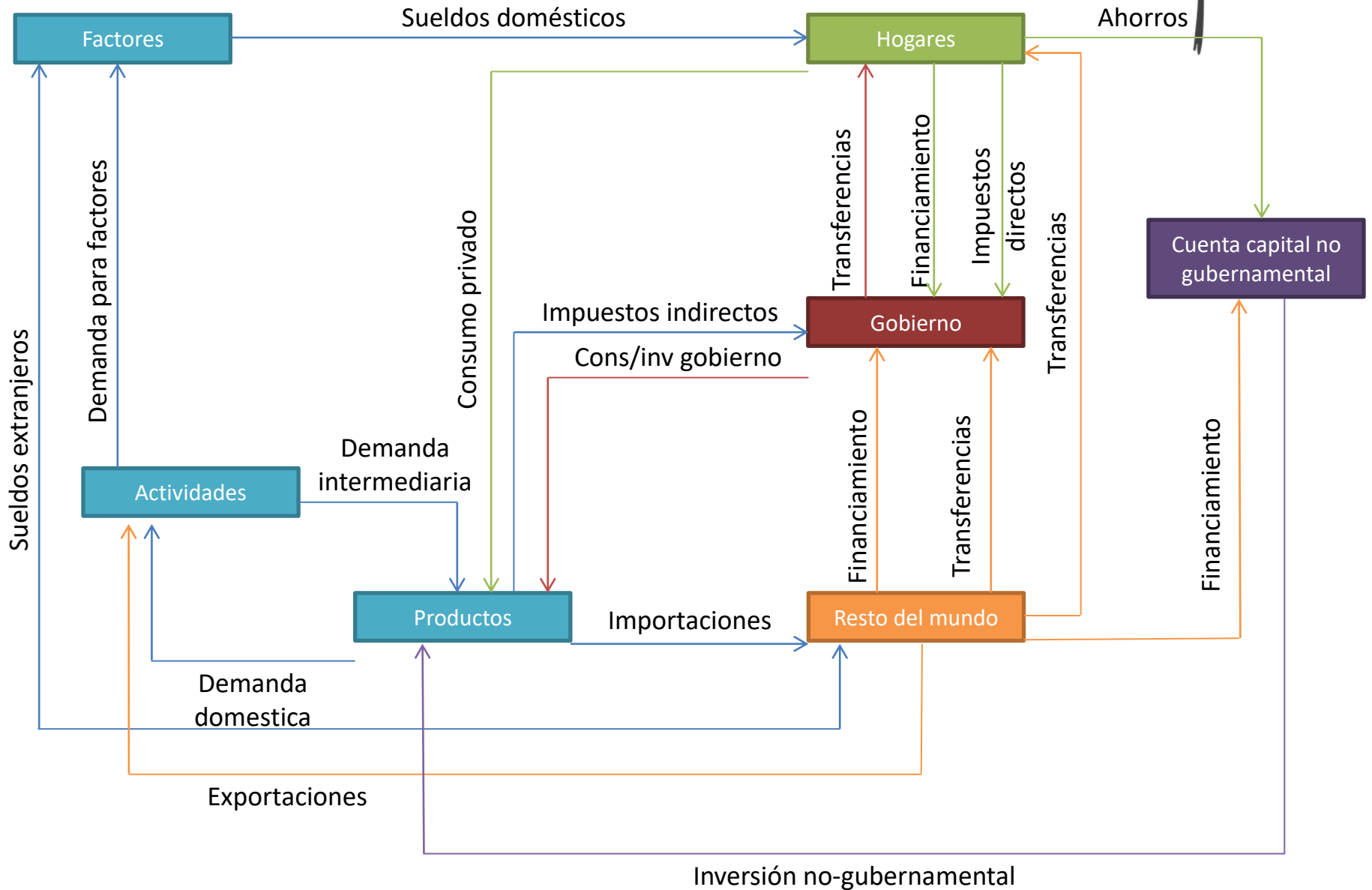


# Actividad

## Primero un ejemplo

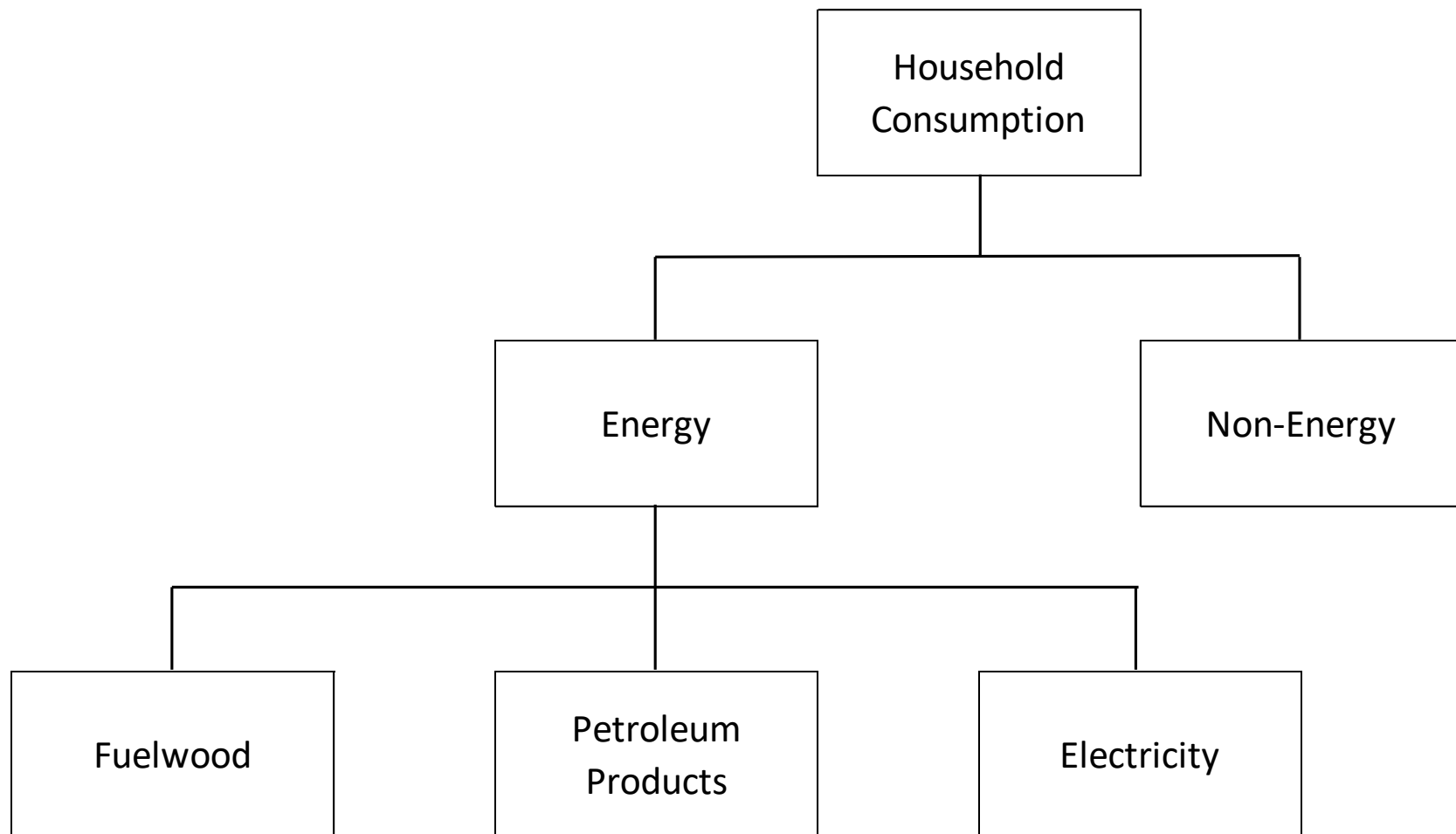






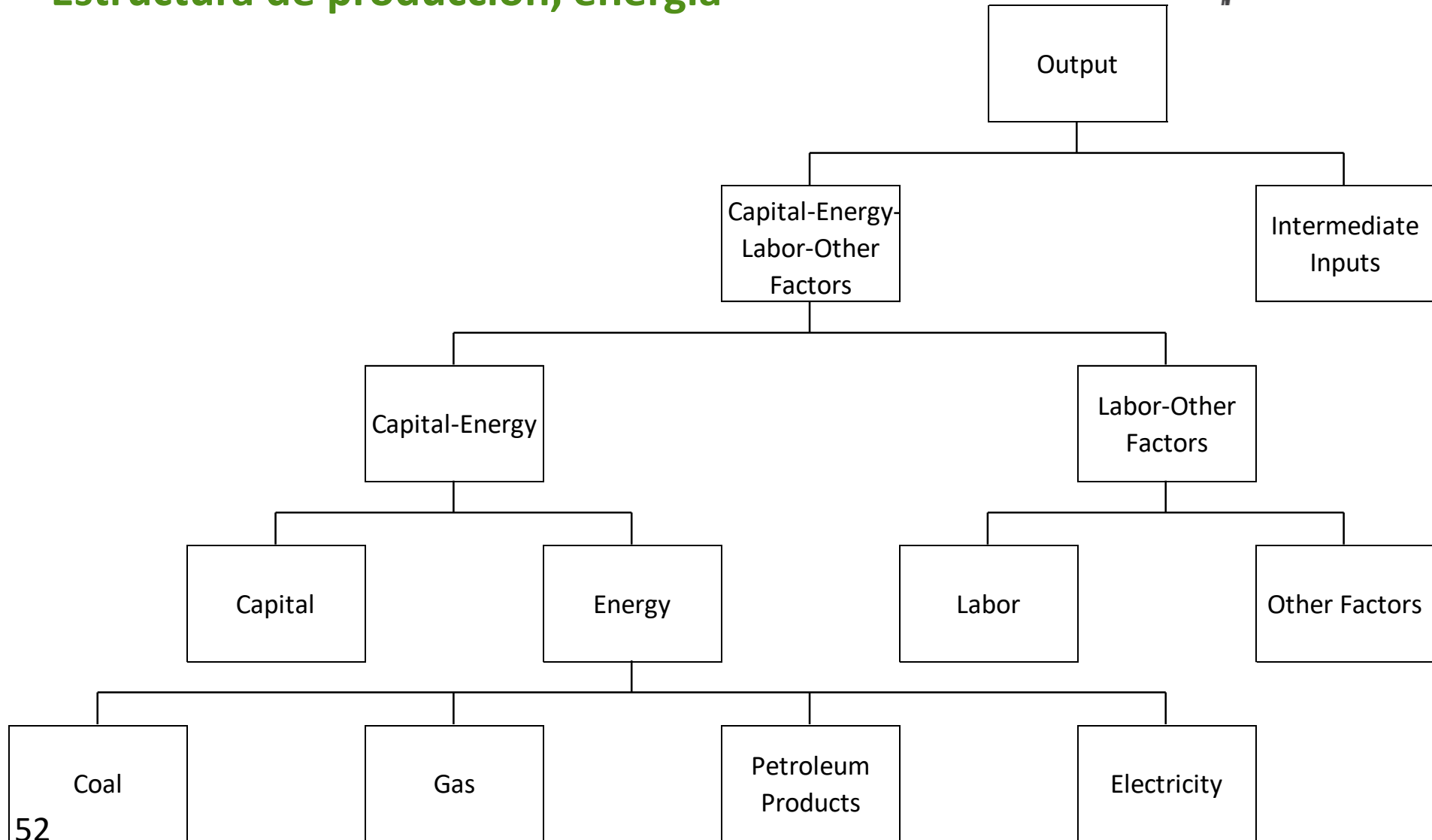


## Consumo de los hogares



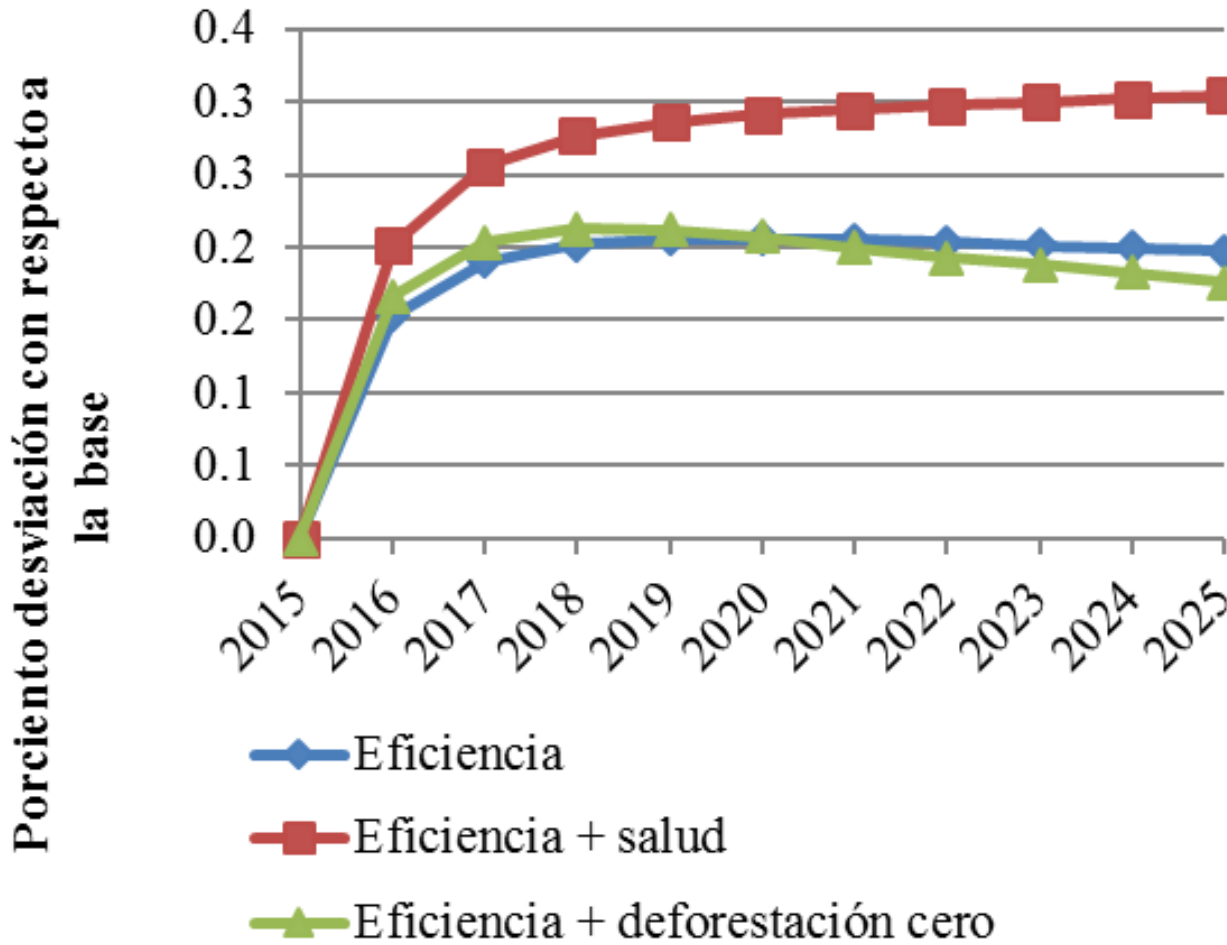


## Estructura de producción, energía





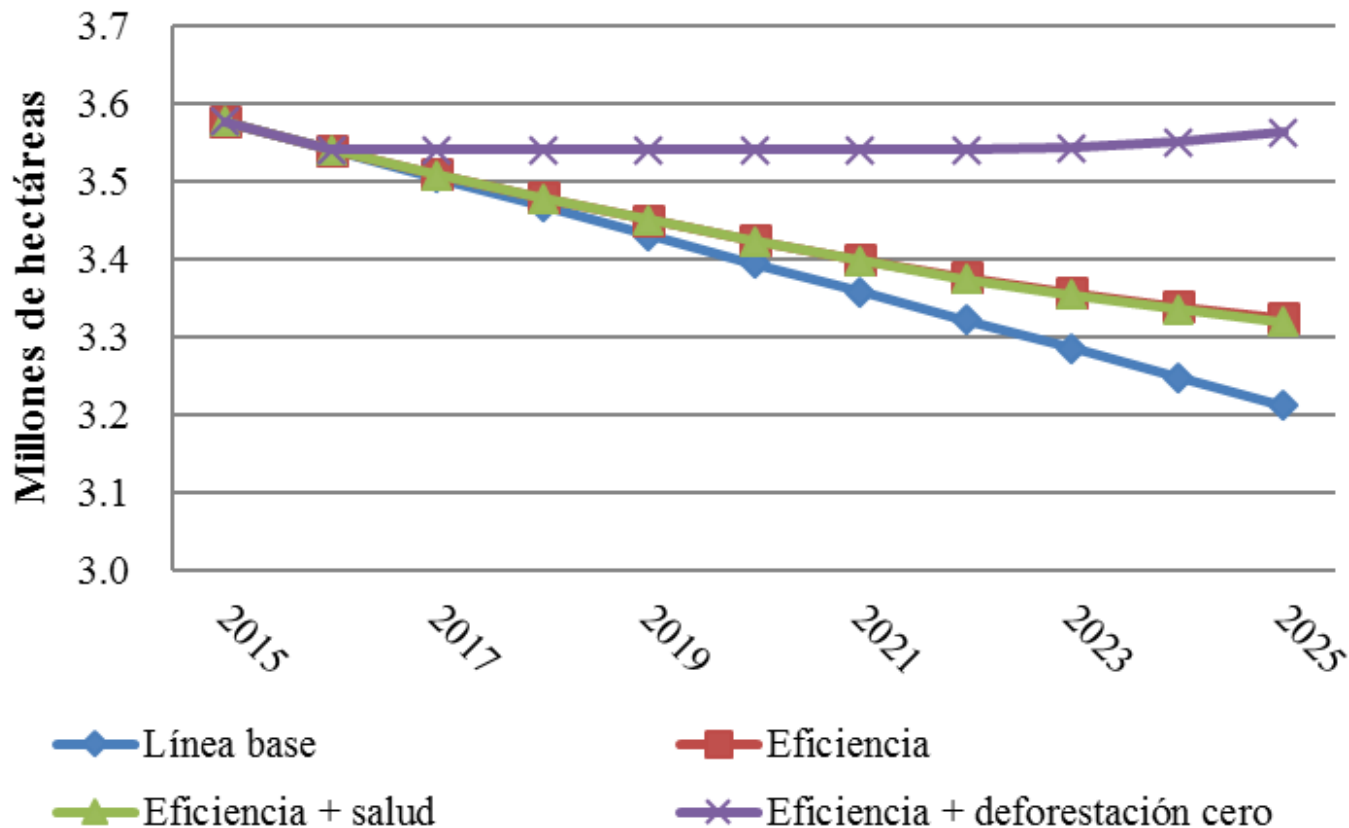
## Ejemplo: Aumento en la eficiencia de la leña



- Consumo privado, % desviación respecto a la base.



## Ejemplo: Aumento en la eficiencia de la leña

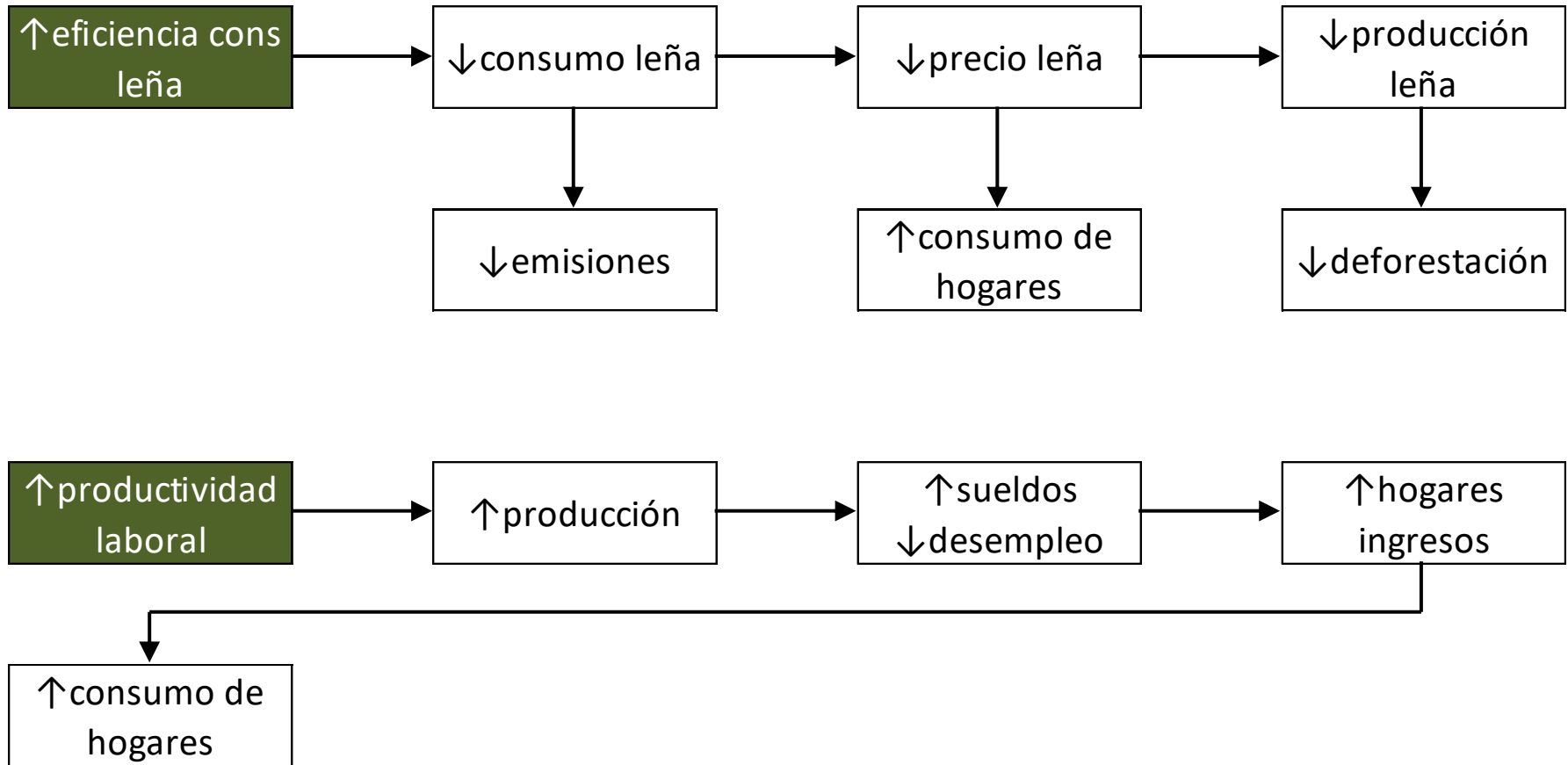


- Disminuye el área deforestada por 100,000 ha.





## Ejemplo: Mecanismos de transmisión





# Actividad



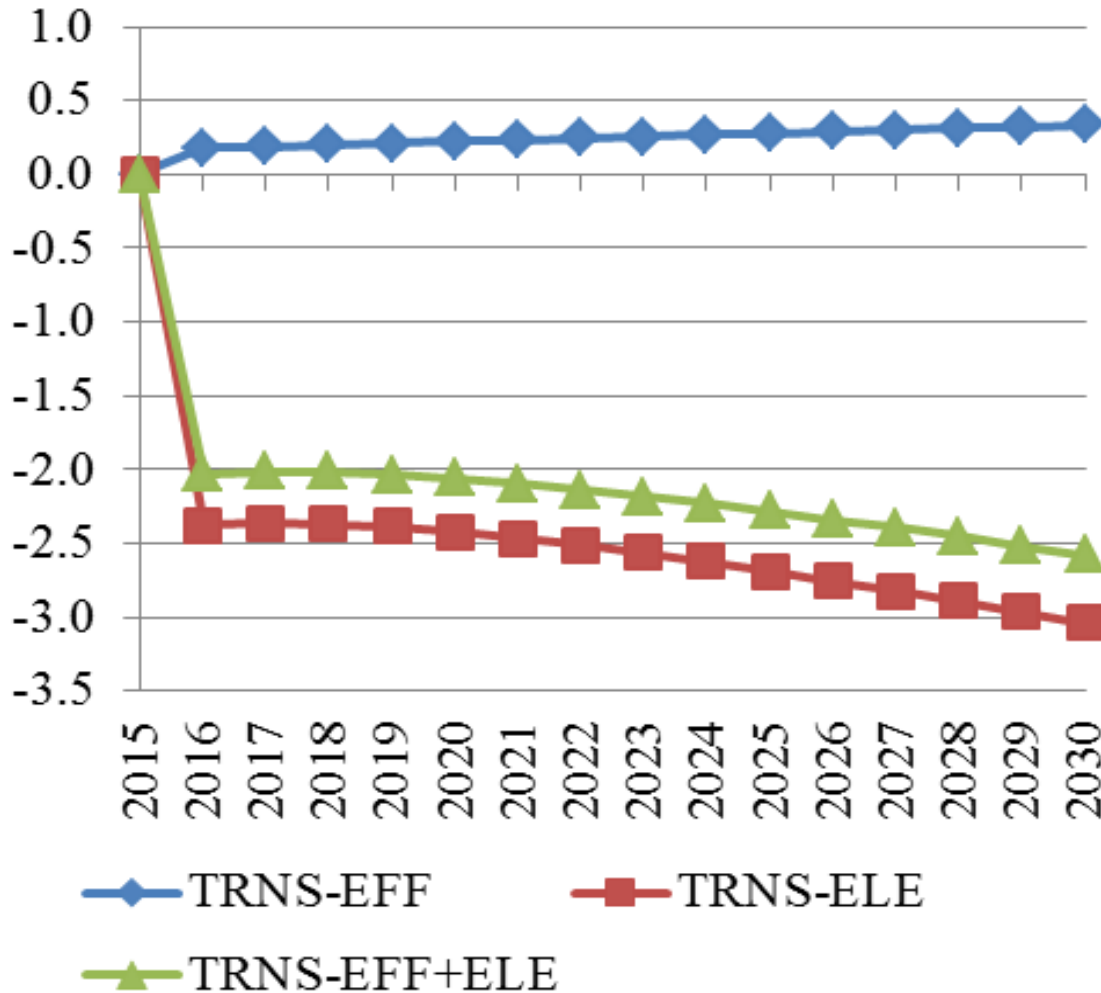


## Actividad: Eficiencia energética en producción

- **TRNS-EFF**: aumento 15% eficiencia en uso combustibles fósiles en transporte (camiones de carga- llevar productos al consumidor);
- **TRNS-ELE**: sustitución energética en transporte en 15%; combustibles fósiles por electricidad (una nueva política del gobierno, por ejemplo); neutral en uso de energía (misma cantidad de terajoules);
- **TRNS-EFF+ELE**: = TRNS-EFF + TRNS-ELE.



## Resultados: Consumo privado



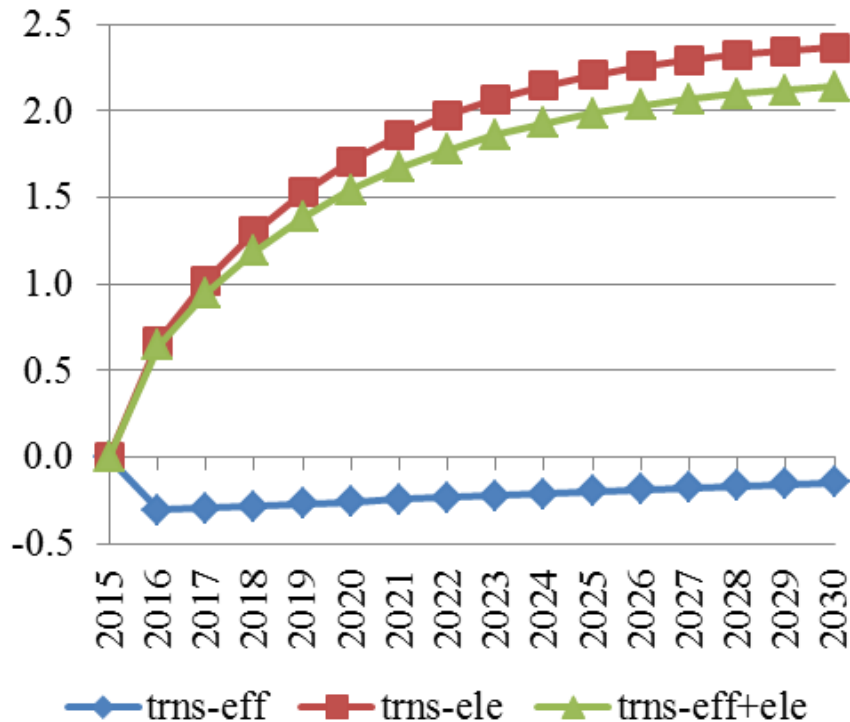
- Consumo privado, % desviación respecto a la base.



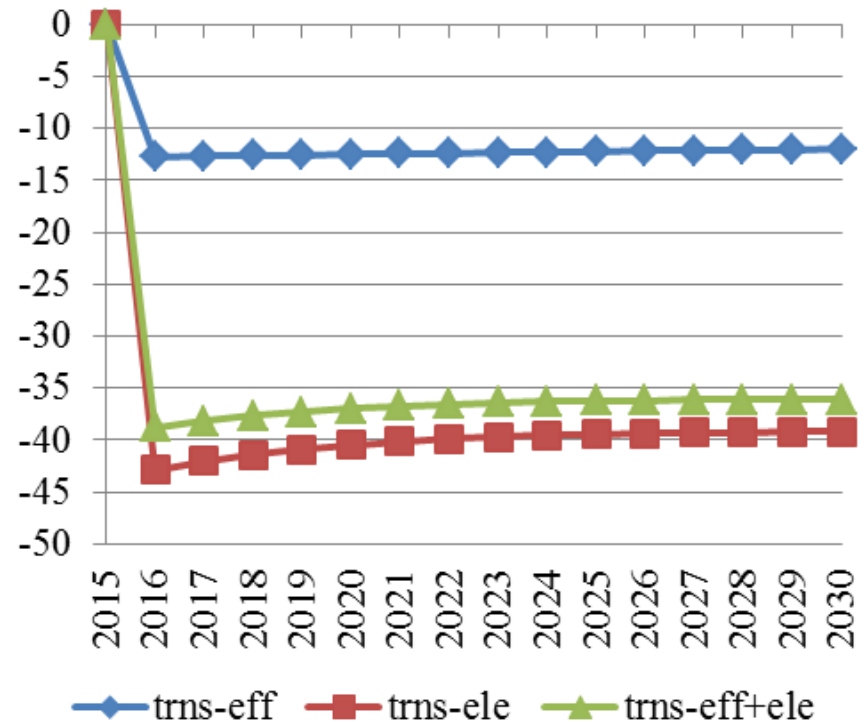
## Resultados: Emisiones

- Emisiones, % desviación respecto a la base.

**Emisiones totales**



**Emisiones transporte**





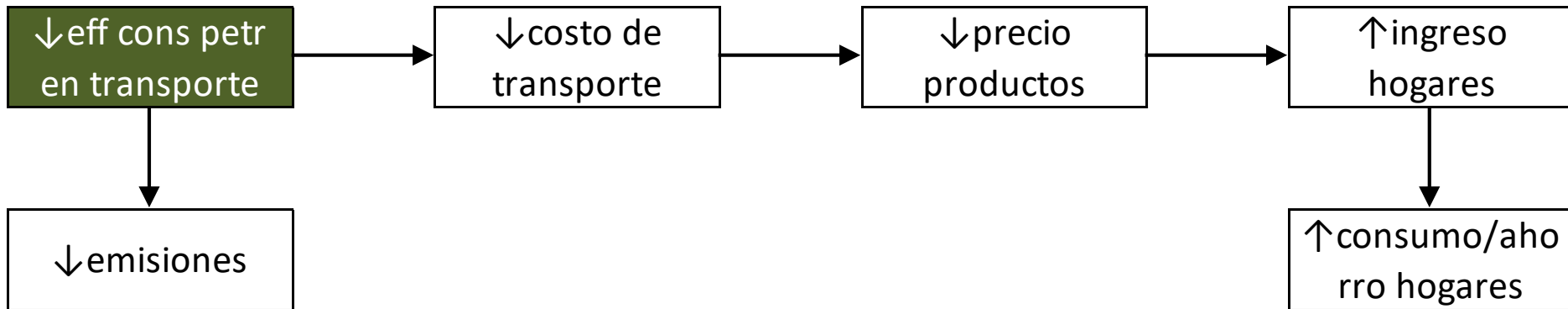


# Mecanismos de transmisión



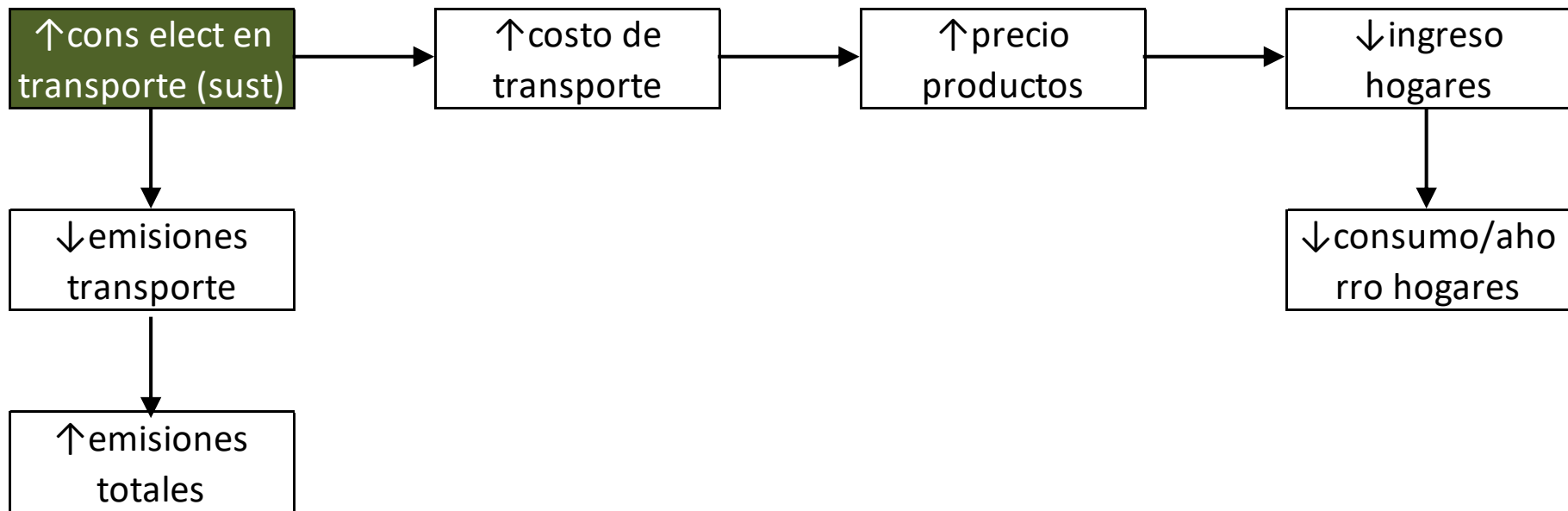


## Mecanismos de transmisión





## Mecanismos de transmisión





## Resumen de resultados

- Sustituir refinados de petróleo por electricidad reduce las emisiones provenientes del sector de transporte;
- Dado que se produce un componente importante de electricidad quemando fuel bunker, las emisiones totales aumentan con la sustitución de combustibles fósiles por electricidad;
- El consumo de electricidad por parte del sector de transporte incrementa de forma significativa para generar la misma cantidad de terajoules.



## Resumen de resultados

- El consumo privado o bienestar aumenta en el caso de TRNS-EFF, dado que el costo del margen de transporte baja con un aumento en eficiencia.
- El consumo privado baja con TRNS-ELE dado el aumento en costos de transporte de productos de consumo final; disminuye la actividad económica (PIB) e ingresos;





**I E E M** Integrated Economic-Environmental Modeling

**Gracias.**

**Para más información, contacta:**

**Onil Banerjee.**

**Tel: 1-202-942-8128**

**[onilb@iadb.org](mailto:onilb@iadb.org)**

