

# EXPLORANDO LAS TRAYECTORIAS DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE DENTRO DEL SECTOR AGRICULTURA EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS Y LOS LAGOS, SUR DE CHILE\*

*Ing. MSc. María Fernanda Romero Aguirre*

**Bioeconomía y energías renovables en el crecimiento verde**

26 de septiembre de 2017

Cali, Colombia

\* Este proyecto de investigación fue financiado por el fondo FONDECYT No.1160857 "*La vida social de la energía: Trayectorias territoriales de la energía en tres regiones del sur de Chile*"; de la comisión de ciencia y tecnología del gobierno de Chile.



1. Problema

2. Objetivos

3. Conceptos

4. Metodología y localización

5. Resultados

6. Comentarios finales

# 1. Problema

- El **consumo de energía en la agricultura moderna no es sostenible** (FAO, 2011)
  - 30 % del consumo de la energía global, 70 % por fuera de la producción primaria
  - El sector contribuye entre un 14 a 30 % del total global de GEI
- En el acuerdo de Paris fue resaltada la **creciente vulnerabilidad de los sistemas de producción de alimentos**
  - La agricultura juega un papel importante en el CC debido a su capacidad de mitigación y adaptación
- Para el caso de Chile su compromiso en emisiones es la reducción del 30 % de GEI a 2030 sobre el inventario de 2007
  - Sector estratégico: Energía
  - Desde 2007 lanza la Ley de **energías renovables no convencionales (ERNC)** obligando a las compañías de energía a suministrar electricidad de estas fuentes
- El suministro confiable de energía le importa al país, entre otros factores, para:
  - Mantener la competitividad
  - **Crecimiento económico\*** sostenido
  - En la **agricultura para la reducción de la huella de carbono** (garantizar el acceso a Mercados)

\*Chile firma la declaración de *Green Growth* de la OEDC en 2009.



- Describir cómo las **políticas públicas de agricultura y energía han configurado la transición energética** a fuentes renovables en el sector agrícola en Chile.
- **Identificar qué programas y proyectos** se han llevado a cabo para fomentar las tecnologías de ER y cómo pretenden contribuir al proceso de transición energética en el sector agrícola en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, al sur de Chile.



Comprender el rol de **la política pública en el fomento de la transición energética a fuentes renovables en el sector agropecuario**, en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, al sur de Chile.

- *Sistema socio-técnico*: "es un **conjunto interdependiente de actores y estructuras institucionales** en un **dominio tecnológico específico**" (Geels, 2011).
- *Transición energética*: "**un cambio** en la naturaleza o el patrón de cómo se utiliza la energía dentro de un **sistema socio-técnico**, reconociendo los cambios asociados con el tipo de combustible, acceso, abastecimiento, entrega, fiabilidad o uso final, así como con la orientación general del sistema. El cambio puede ocurrir en **cualquier nivel** -desde los sistemas locales hasta el global- y es relevante para las **prácticas y preferencias de la sociedad, la infraestructura y la supervisión**" (Araujo, 2014).
- *Transición a la sostenibilidad*: **una transición orientada a objetivos** o "intencional", encaminada a fomentar sistemas socio-técnicos hacia modos de producción y consumo más sostenibles (Markard et al., 2012)
- Para captar la idea de que las **transiciones no son determinadas y lineales**, sino que implican **procesos evolutivos** dependientes del **contexto** y con **propiedades emergentes**, se ha utilizado la noción de **trayectorias de transición**. Estas son una secuencia específica de opciones que permiten o limitan las posibilidades hacia la sostenibilidad (Rosenbloom, 2017).
- **Las políticas desempeñarían un papel importante en la orientación de las trayectorias de transición** pero, como señalaron Markard et al (2016), "los fenómenos pueden superponerse: los cambios de políticas son un elemento central en las transiciones socio- técnicas y los cambios socio-técnicos puede provocar un cambio de política"(Markard, Suter, & Ingold, 2016)
- **Los gobiernos promueven políticas de transición**. Dichas políticas están orientadas a **acelerar las transiciones de combustibles y tecnologías mas limpias**, al mismo tiempo que apoyan el desarrollo local de los sectores de fabricación y servicios tecnológicos (KAPSARC, 2015).

- Transiciones en la agricultura
  - Estudios históricos como:
    - Modernización de la agricultura de Holanda (1886 – 2006) (Grin, Rotmans, & Schot, 2010)
    - Transición de agricultura industrial a orgánica en Suiza (Darnhofer, 2014)
    - Desarrollo de la agricultura orgánica en Gran Bretaña (Smith, 2006)
  - Estudios sistémicos como:
    - Sistema global de alimentos (Darnhofer, 2014)
    - Desarrollo rural en Europa y transformaciones de las granjas (L.-A. Sutherland, Darnhofer, Wilson, & Zagata, 2014)
- Agricultura multifuncional (AM): es un concepto orientado a resultados que se basa en diferentes actividades agrícolas y en funciones realizadas para el territorio, prestando atención a sus interrelaciones (Borreli, 2016)
- Nivel de multifuncionalidad
  - Demandas de la sociedad hacia la agricultura
  - Políticas en favor de la diversificación y mejoramiento de otras funciones
- Función destacada: **producción de energía**
- La ER en la producción agrícola se derivan de los recursos y residuos de la actividad, los cuales compiten entre sí por mano de obra y capital, ya esta producción también contribuye al ingreso de la granja (Burrell, 2011).

# 4. Metodología y localización



Investigación Cualitativa > Caso de estudio (ilustraciones adaptativas)

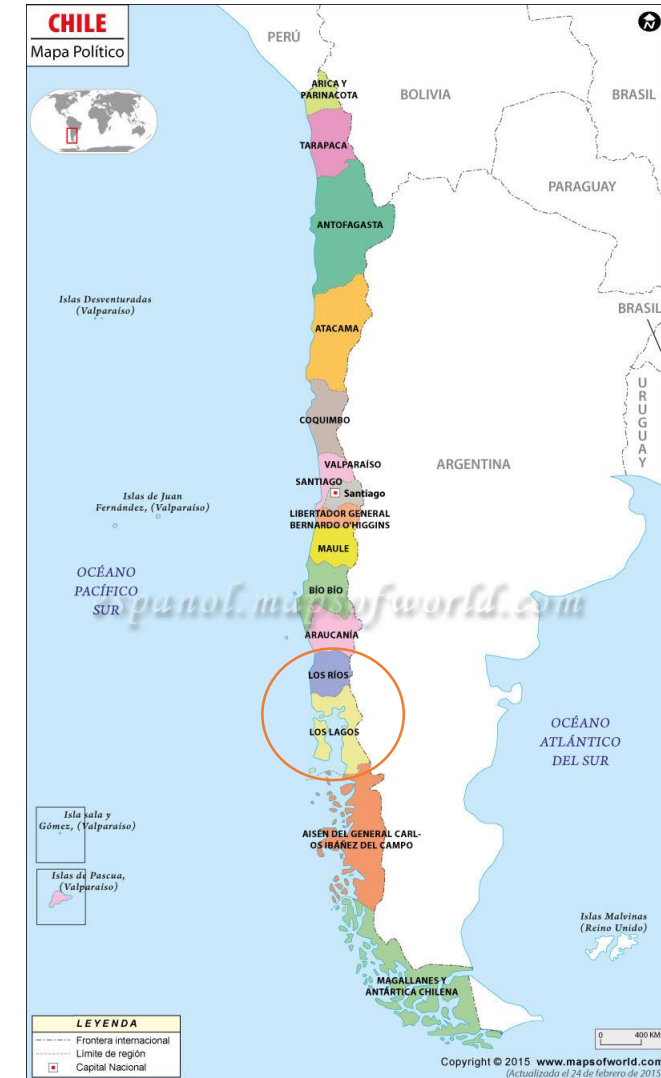


Recolección de datos > Entrevista semi-estructurada (11)  
> Visita de campo (2)



Análisis de datos > Análisis de contenido cualitativo  
> Metodología de triangulación

Pasos de investigación > Revisión de los sectores agricultura y energía chilenos  
> Análisis de documentos de política  
> Entrevistas  
> Mapeo de programas-proyectos de ER  
> Visitas de campo  
> Análisis de datos  
> Documentación de la investigación



Fuente: adaptado de co.pinterest.com

## “Sector de agricultura y de energía”



Modelo orientado a la **exportación como motor del desarrollo agrario**

Especialización sobre las **ventajas comparativas** (recursos naturales y condiciones geográficas)

**Construcción de la competitividad** (política comercial y estabilidad macroeconómica)

- Aranceles comerciales:
- 1974 reducción de 105% a 40%
  - 1974 a 1998 reducción progresiva hasta el 11 %
  - 1998 a 2003 tarifa ad-valorem general del 6%
  - Actualmente el arancel es de alrededor del 3%

Chile tiene 25 Acuerdos Comerciales vigentes con:  
- 64 países en todo el mundo



En 2006 desde el 2006 comercia con:  
- 80 % de la población mundial  
- 85 % del PIB mundial



Entre 2008-2015: sector agricultura agrícola



0.5 % de tasa de crecimiento anual  
3.4 % de contribución al PIB  
7.8% incluyendo valor agregado

Sobre explotación de recursos naturales  
Débil legislación ambiental  
Pérdida de biodiversidad  
Degradación de los suelos

Emisiones GEI

Energía 74.4%  
Agricultura 15.1% - 54.7 % N2O  
- 45.3 % CH4

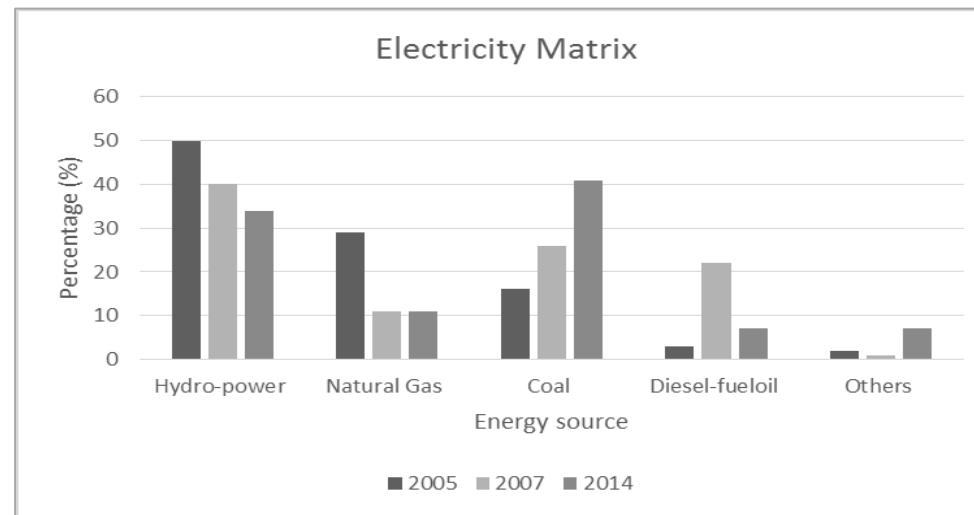
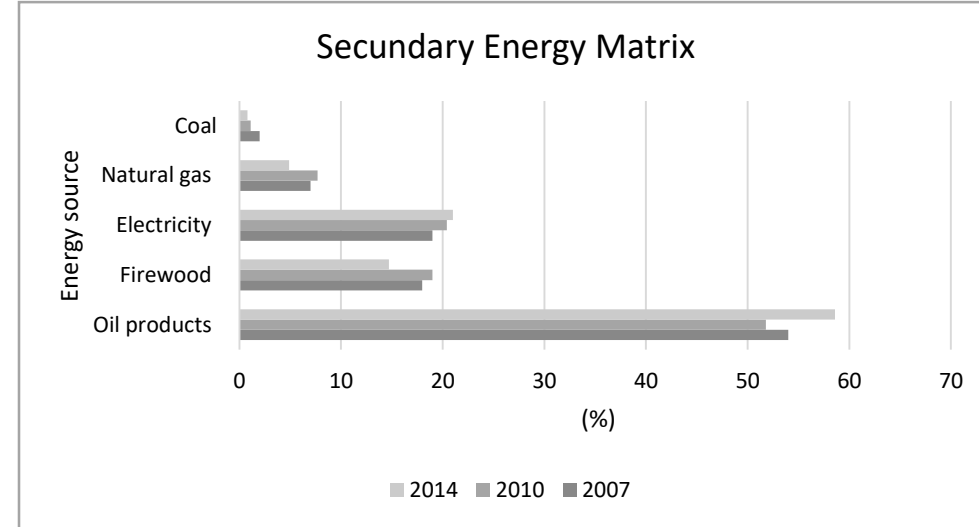
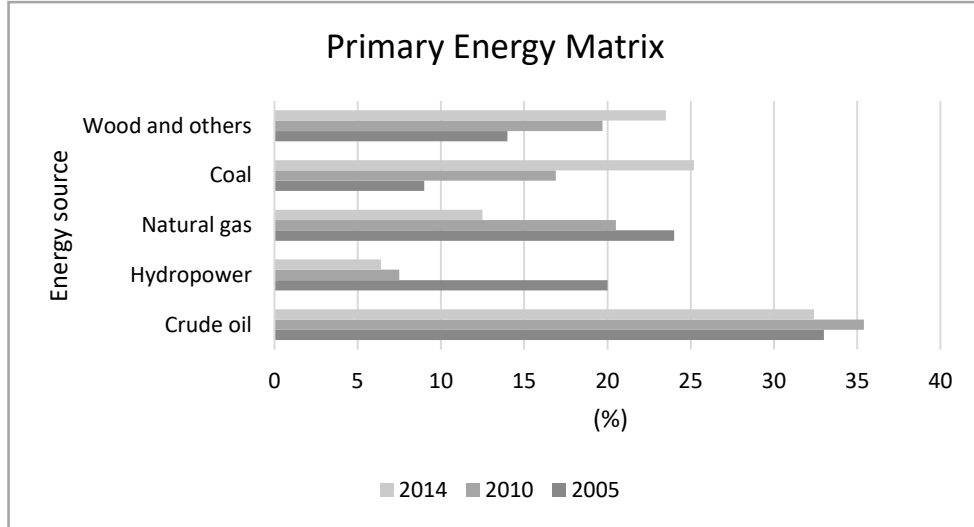


Carbono neutral por sector forestal

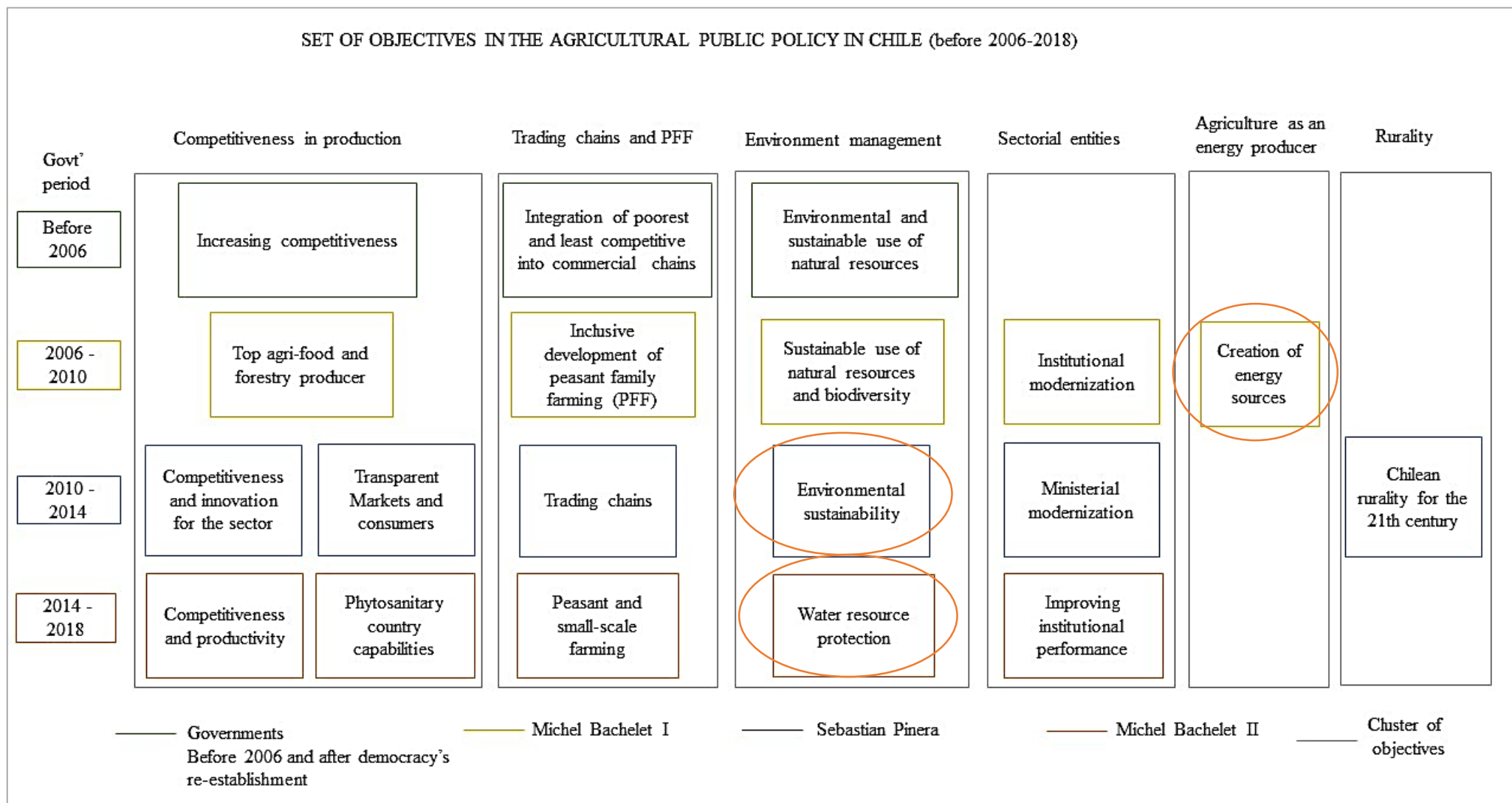
Trayectoria de transición energética a fuentes renovables en dos regiones del sur de Chile.



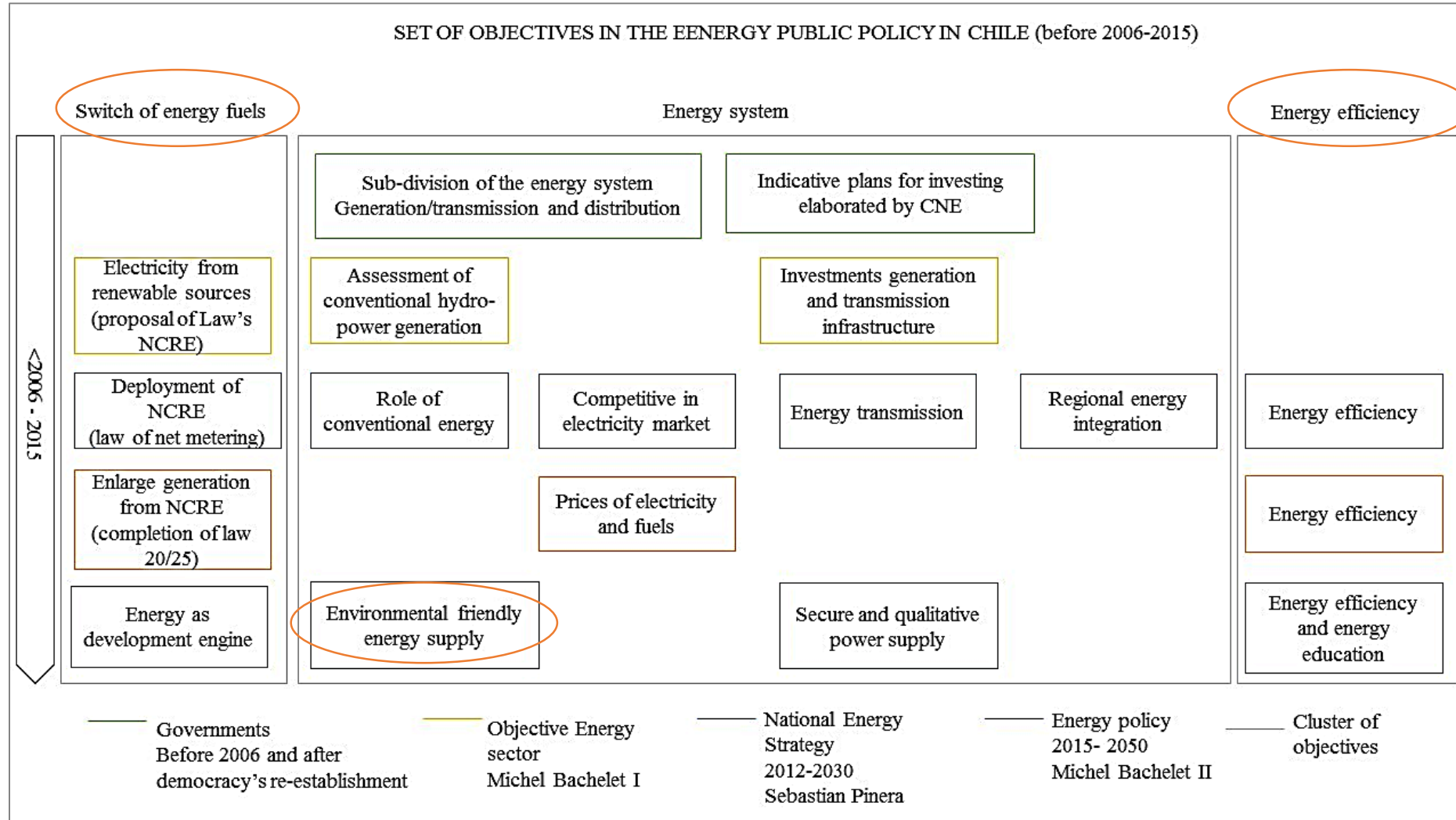
## “Sector de agricultura y de energía”



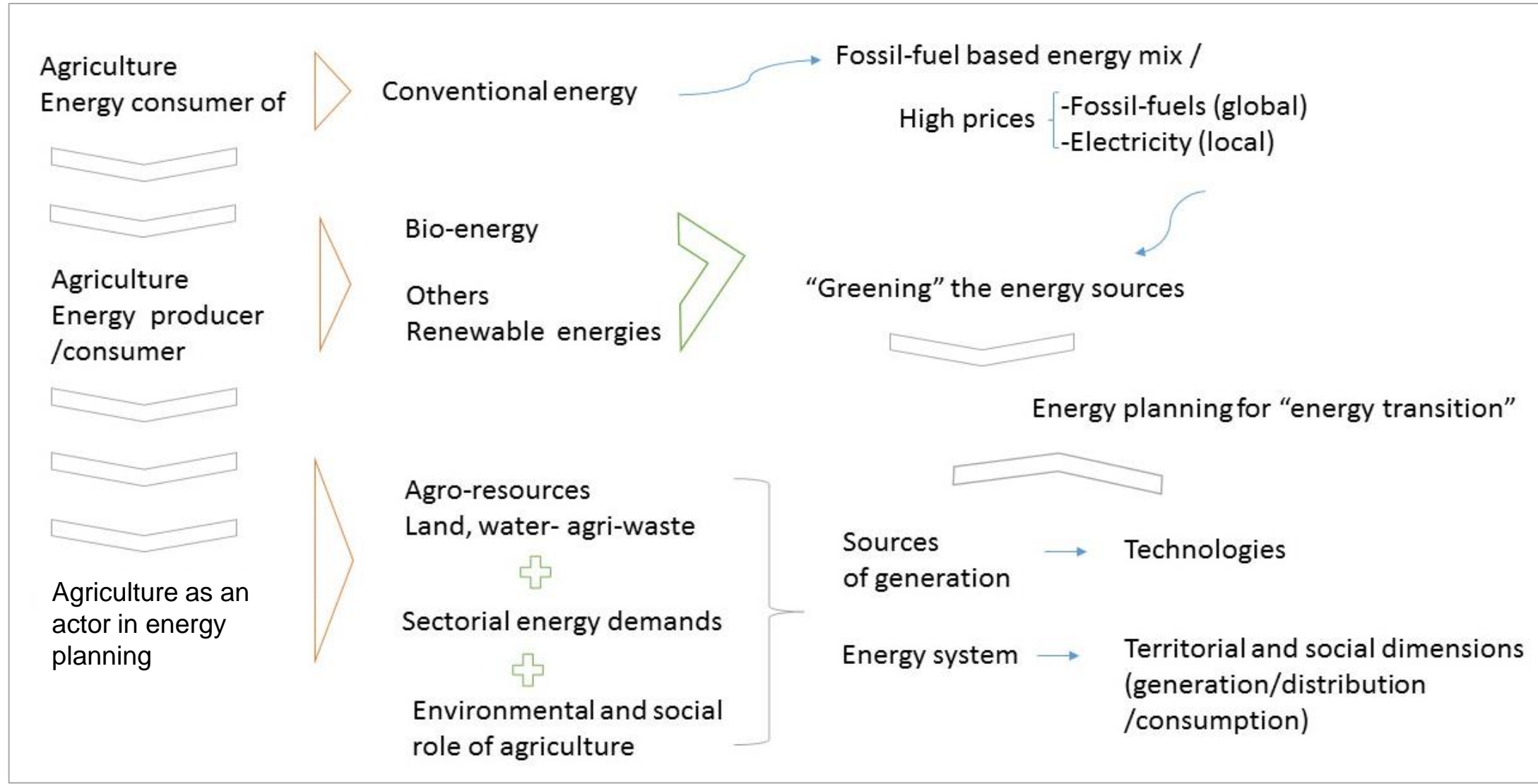
# 5. Resultados (III) “Política sector agricultura”



# 5. Resultados (IV) “Política sector energía”



## “Rol de la energía en la agricultura”



## 5. Resultados (VI) “Regiones de Los Ríos y Los Lagos”



Descripción	R. De Los Ríos	R. De Los Lagos
Área (km2)	18,428	48,563
Población (hab.)	401,548	877,701
Densidad (km2-hab)	21,8	18,1
Total área cultivada (km2)	350,842	202,086
Mayor actividad	Forestal, cultivos forrajeros	Cultivos transitorios, acuicultura, cultivos anuales
Contribución de la agricultura PIB nacional (%)	1.9	6.9
Contribucion agricultura al PIB regional (%)	11	7.2
Pobreza (%)	17.5 % (80 % vive en el área urbana)	15.1 % (90% vive en el área urbana)

## 5. Resultados (VII)

### “Mapeo de programas/proyectos de ER en la agricultura regional”

Program/project		Investment in (\$USD)			
		Los Rios (A)	Los Lagos (B)	Los Rios and Los Lagos (C)	Program investment (A+B)
1	Research and development in liquid Bio-fuels	\$ 1,119,825			\$ 1,119,825
2	Dendro-energy potential				
3	Bio-gas pilot projects		\$ 106,690		\$ 106,690
4	Bio-gas Lechero			\$ 18,159,651	\$ 18,159,651
5	Bio-gas for small milk producers in region of los Rios	\$ 50,211			\$ 50,211
6	Small scale hydro-power				\$ -
7	NCRE in Irrigation in small-scale farming	\$ 217,363	\$ 1,505,741		\$ 1,723,104
8	NCRE within agro-food chains	\$ 338,635	\$ 127,628		\$ 466,263
9	NCRE for small scale agro-industries	\$ 227,819	\$ 714,572		\$ 942,391
10	Energy efficiency for agricultural and food sectors			\$ 1,437	\$ 1,437
11	Energy efficiency for small milk producers	\$ 37,707			\$ 37,707
12	Rural and social energy program	\$ 1,338,228	\$ 968,366		\$ 2,306,594
13	NCRE for rural tourism and facilities	\$ 93,627	\$ 127,411		\$ 221,038
<b>Total</b>		<b>\$3,423,415</b>	<b>\$3,550,408</b>	<b>\$18,161,088</b>	<b>\$ 25,134,911</b>

13 programas-proyectos de promoción de ER fueron indetificados (2006-2016)

4 Agencias del Ministerio de Agricultura lideran el diseño e implementación

El Ministerio de energía lidera la financiación

Población objetivo: Mediana y Pequeña agricultura y, agricultura familiar

Source: Own construction, based on official reports from Energy Ministry, INDAP, CNR, SEREMI of Agriculture, FIA observatory, Biogas *lechero* project, Smart energy concept project, 2017

# “Mapeo de programas/proyectos de ER en la agricultura regional”

Government period		Bachelet (2006 - 2010)				Piñera (2010-2014)				Bachelet (2014 - 2018)				Energy - resource nexus
Agriculture policy objectives		Creation of energy sources				Environmental sustainability				Water resource protection / Improving peasant and small-scale farming				
Energy policy objectives		Electricity from renewable sources (proposal of NCRE's law)				Deployment of NCRE / Energy efficiency (National energy strategy (2012-2030))				Enlarge generation from NCRE (completion of law 20/25) - Energy as development engine / Energy efficiency and energy education (Energy policy 2015-2050)				
Economic activity	RE energy Cluster	Action / program name	Implementer entity	Financing Entity	Type RE Technology	Action / program name	Implementer entity	Financing Entity	Type RE Technology	Action / program name	Implementer entity	Financing Entity	Type RE Technology	Energy - resource nexus
Agricultural primary production	Bio-energy	Research and development in liquid Bio-fuels	FIA and Research centers	Public and private	liquid Bio-fuels	Research and development in liquid Bio-fuels	FIA and Research centers	Public and private	liquid Bio-fuels	Research and development in liquid Bio-fuels	FIA and Research centers	Public and private	liquid Bio-fuels	Land
		Study of dedro-energy potential (lignocelluose bio-mass)	CONAF	CNE	Biomass	Dendro energy potential (on-line tool)	CONAF	Ministry of Energy	Energy from lignocelluose bio-mass	National policy of firewood / Interministerial commites at regional level	Minagriculture	MinEnergy/Mine nvironment	Heating based on firewood	Forest / Forest-waste
		Drying wood for heating proposes (pilot project Los Rios Region)	CONAF	Ministry of Energy	Heating from lignocelluose bio-mass									
		Technology transfer for managing agriculture waste, biomass and biogas	Chilean government	German government	Agricultural waste management	Bio-gas pilot projects	FIA		Bio-digestion based of liquid manure	Bio-gas Lechero	Minagriculture - GEF	MinEnergy	Bio-digestion based of liquid manure	Agro-waste
									Bio-gas for small milk producers in region of los Rios	INDAP	Regional government	Bio-digestion based of liquid manure	Agro-waste	
	Others RE	Study of irrigation systems in southern regions	CNR - INDAP			NCRE irrigation in small-scale production (PV national solar pumping)	INDAP		Solar fotovoltaic	NCRE irrigation in small-scale production	INDAP - CNR	MinEnergy/GoRe/ CNR	Solar fotovoltaic	Water
		Study of mini-hydro potential	CNR	CNE	Hydropower	Small scale hydropower	CNR	MinEnergy	Hydropower	National Plan of 100 mini-hydros	CNR	MinEnergy	Hydropower	
						NCRE within agro-food chains (national competition)	FIA	MinEnergy	Mixed technologis solar and	NCRE for rural tourism and rural facilities	INDAP	MinEnergy / Gore	Solar (pv and thermal)	Agro-based industry facilities
					NCRE for small scale agro-industries (regional initiative)	SERCOTEC	MinEnergy	Solar (PV and thermal) and biogas						
					NCRE for rural tourism and rural facilities	INDAP	MinEnergy	Solar (PV and thermal)						
Rural Services	RE in rural development	Rural and social energy program	Ministry of Energy and regional authorities	CNE	Solar (PV) and demostrative projects	Rural and social energy program	Regional authorities	FNDR and Ministry of Energy	Solar (PV) and demostrative projects	Rural and social energy program	Regional authorities	FNDR and Ministry of Energy	Solar (PV) and demostrative projects	Rural households and facilities
Energy efficiency									Energy efficiency for agricultural and food sectors	FIA / CAMCHAL	German Government	Energy efficiency	Energy	
									Energy efficiency for small-scale milk producers in region of Los Rios	INDAP	GoRe	Energy efficiency		

## Path charting

- Energía para la producción agrícola o desarrollo rural (DR)

- ER: Bioenergía, otros ER, - ER para DR, Eficiencia energética

- Entidad Financiadora  
- Entidad Implementadora

- Tipo de tecnología promovida

- Color asociado a la trayectoria de la ER y el agro-recurso





Región de Los Ríos

Proyecto Biogas para pequenos lecheros (50 y <100 cabezas de ganado)

Implementación: 2015

Costo total: 27,000 USD



Trayectoria de transición energética a fuentes renovables en dos regiones del sur de Chile. Ing. MSc María Fernanda Romero

A.





Water intake from riverside, PV Solar panels for pumping, accumulation water tanks, distribution point on-farm



Water intake from groundwater, PV Solar panels for pumping, distribution point on-farm

Región de Los Lagos

Proyecto: Sistema de bombeo con paneles solares para riego aspersión

Implementación: 2015-2016

Costo total: 130,000 USD

# “Mapeo de programas/proyectos de ER en la agricultura regional”

## Diferentes trayectorias

### Calefacción

Recurso: madera y bosques

Mejoramiento del combustible no ha la sustitución del combustible  
el cambio de prácticas asociadas al uso tradicional de la madera

Tecnología: Biogas

Convertir un residuo en un recurso  
Manejar impactos ambientales de la actividad ganadera  
Sustitución de combustibles: para actividad productiva

### Electricidad

Tecnología: energía solar y asociadas al agua

Producción de electricidad para las actividades de la Granja  
Infraestructura multipropósito  
Atender vulnerabilidad de la agricultura (agua todo el tiempo)  
Nuevos artefactos y prácticas que renuevan  
Concepciones de producción y consumo

ER desarrollo rural

Dimensión social de la energía  
La energía considera con un derecho y no un bien de mercado

**"tenemos que adaptarnos".**

## 5. Comentarios Finales (I)

- El papel de la política pública en el fomento de una ET a las fuentes renovables en el sector agrícola ha sido ese elemento de dirección y apoyo a una transición a través del conjunto de directrices y la ejecución de programas y proyectos.
- La energía en el sector agrícola se ocupa de dos aspectos principales. Uno, su naturaleza única de ser capaz de producir y transformar energía, basada en fuentes renovables. Dos, cómo este sector puede contribuir a la matriz energética nacional.
- En un país que tiene un modelo privilegiado y orientado a la exportación, mantener la competitividad es una tarea constante que implica tanto los precios como la responsabilidad ambiental y social.
- Las acciones de ET se orientaron en dos vías principales: por un lado, hacia la generación de energía barata y limpia [electricidad]. Por otro lado, el reciente reconocimiento de la dimensión territorial de la generación de energía en la producción agrícola.

## 5. Comentarios Finales (II)

- Respecto a las acciones regionales de ET, las tecnologías de ER ampliamente promocionadas fueron solar o fotovoltaica o térmica y biogás, produciendo cambios en la matrix energética on-farm
- Estas acciones han considerado las condiciones locales como:
  - las demandas regionales de energía (p.e calefacción),
  - las fuentes de energía agrícola (p.e la biomasa no lignificada para el biogás)
  - las consecuencias del cambio climático (p.e cambios en los patrones de lluvia)
  - la diversificación de las zonas rurales (p.e electrificación de instalaciones rurales).
- Principales incentivos: reducción de costos de energía [electricidad] en la producción agrícola.
- Adicionalmente, la introducción de estas tecnologías trae nuevas concepciones sobre los ciclos de producción / consumo de energía





Rio Bueno, Provincia de Osorno, Región de Los Lagos, Chile.

Muchas gracias!

- Araújo, K. (2014). The emerging field of energy transitions : Progress , challenges , and opportunities. *Energy Research & Social Science*, 1, 112–121. <http://doi.org/10.1016/j.erss.2014.03.002>
- Borreli, I. P. (2016). Territorial sustainability and multifunctional agriculture : a case study. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 467–474. <http://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.046>
- Bosman, R., Loorbach, D., & Frantzeskaki, N. (2014). Discursive regime dynamics in the Dutch energy transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, 45–59.
- Burrell, A. (2011). *Renewable energies from the rural sector : the policy challenges*. Retrieved from [www.oecde.gor](http://www.oecde.gor)
- FAO. (2011). *“ENERGY-SMART” FOOD FOR PEOPLE AND CLIMATE*. Rome. Retrieved from [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. (2014). *The Water-Energy-Food Nexus*. Rome. Retrieved from [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Grin, J., Rotmans, J., & Schot, J. (2010). *Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change*. Routledge.
- Jacobs, M., & No, W. P. (2012). *Green Growth : Economic Theory and Political Discourse*.
- KAPSARC. (2015). *Energy transition policy: What matters most* (No. KS-1512-WB10A). Retrieved from KAPSARC energy workshop series
- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955–967.
- Markard, J., Suter, M., & Ingold, K. (2016). Socio-technical transitions and policy change - Advocacy coalitions in Swiss energy policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 215–237. <http://doi.org/10.1016/j.eist.2015.05.003>
- Rogge, K. S., & Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620–1635. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>
- Rojas, I., Schulz, P., Biggs, A., & Ortiz, J. (2013). *Green Growth Strategy*.
- Rosenbloom, D. (2017). Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*, 43, 37–50. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.011>
- Routledge studies in sustainability transitions. (2012). Introduction. In *Governing the energy transition: reality, illusion or necessity?/ edited by Geert Verbong, Derk Loorbach* (pp. 1–24).
  
- Ente otras