

VI JORNADAS DE HISTORIA ECONÓMICA. MONTEVIDEO, URUGUAY, DICIEMBRE 2-4 DE 2015

SIMPOSIO 5: ENERGÍA Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA: LAS FUENTES Y LOS USOS EN LAS TRANSICIONES ENERGÉTICAS

PONENCIA: ***Cuestiones energéticas en la historiografía agraria de México, 1900-1970. El caso del consumo energético del sector agropecuario.***

María Cecilia Zuleta-Netzahualcoyotl Luis Gutiérrez Núñez

El Colegio de México-Centro de Estudios Históricos

Presentación

En este trabajo presentamos una primera aproximación preliminar al estudio histórico de la demanda de energía del sector agropecuario mexicano en el curso del siglo XX, con un doble objetivo: presentar algunas de las cuestiones de fuentes y método; y exponer los resultados de un estudio de caso, que indaga sobre la relación entre el consumo de energía y la agricultura comercial en una de las zonas cerealeras de México, como es el Bajío, productora de trigo y maíz desde la época colonial. Esta región, responsable de aproximadamente el 40% de la producción de trigo, maíz y papa (al lado de ganado porcino y vacuno lechero), fue perdiendo el liderazgo agrícola desde fines del siglo XIX ante la pujante franja fronteriza con los Estados Unidos, al norte del país, que comenzó desde entonces a despuntar en la gran minería, la industria, y la producción de cereales, algodón, garbanzo, jitomate, y también, principalmente, en industrias pecuarias.

El crecimiento económico supone un cambio importante en los requerimientos energéticos y el uso de la energía para la producción agrícola: la transformación de los procesos productivos y la introducción de maquinaria agrícola son causales de cambios en la tecnología energética y del progresivo desplazamiento de la energía humana y animal, en favor del empleo de fuentes comerciales de energía para el proceso productivo de cultivos, ganadería y agroindustrias.¹ Nos proponemos indagar acerca de la relación entre agricultura y energía en México, en perspectiva histórica. A la fecha no es suficientemente conocida la evolución de la demanda energética por sectores de la actividad económica en México en el siglo XX, y menos

¹ *Revista la irrigación en México. Revista mensual*, órgano de la Comisión nacional de Irrigación, junio 1931, vol. 11, núm. 2, y septiembre de 1931, núm. 5 “Usos de la electricidad en la agricultura e industrias derivadas”.

conocida aún la demanda del sector agropecuario, que integra tanto las fuentes de energía animal como comercial: ¿cuáles fueron las fuentes de energía principales en el agro mexicano, y cómo fue cambiando su participación en la demanda total (directa e indirecta) del sector a lo largo del siglo? ¿Cómo fue el proceso de adopción en la agricultura y ganadería de las fuentes de energía modernas al lado de las tradicionales, como la fuerza animal y la leña, en México? ¿Hubo crecimiento en la demanda de energéticos, cuándo y cómo, entre 1900 y 1970? ¿Cuáles fueron las particularidades mexicanas –y regionales en México- en la electrificación de la agricultura –y posteriormente la adopción del diésel, la energía térmica y el gas? ¿Cómo jugó la existencia de tejidos productivos previos en el proceso de adopción de nuevas tecnologías y nuevas fuentes de energía? ¿Cuándo y dónde predominó el diésel, cuándo y dónde comenzaron a emplearse otros energéticos como el gas?

Para 1970, un estudio específico mostraba la siguiente composición de la demanda nacional agrícola de energéticos comerciales en México: 26.1% kerosene, 60.5% diésel, 12.5% energía eléctrica, y 0.9% gasolinas.² Estimaba además que para el periodo 1960-1973 la tasa de crecimiento promedio anual de la demanda total de energéticos fue 5.1%, superando la tasa de crecimiento del sector agrícola, calculado en 4.4%.³ A partir de estos datos, podría decirse que tuvo más dinamismo y crecimiento la demanda de energía del sector que las tendencias de la producción, aunque este debería ser comprobado con sustento empírico claro y preciso. También podría decirse que los hidrocarburos concentraron la demanda, que supera a la de la electricidad, siendo las fuentes principales el diésel, seguido por el kerosene y las gasolinas. Empero, se trata de una cuestión en extremo compleja: por las debilidades en las estadísticas disponibles, por las complejidades estructurales que el sector agropecuario mexicano ha exhibido históricamente, y por su extrema diversidad regional y particularidades socio productivas.

Conocer mejor el patrón de consumo y las tendencias de la demanda de energéticos en la agricultura mexicana entre 1900 y 1970 es un objetivo a mediano y largo alcance de esta investigación, para el que deberá trabajarse sistemáticamente. Las precisiones en torno a los supuestos de partida y al manejo de los datos para esta labor son materia abierta a debate –tanto

² Esta fuente no obstante ser un avance, presenta limitaciones: considera la demanda energética directa e indirecta del sector agropecuario, pero sin precisiones acerca de la participación de una y otra en la demanda total sectorial; no consigna datos específicos sobre demanda de energía hidroeléctrica, leña ni energía animal. Instituto Mexicano del Petróleo, *Energéticos: demanda sectorial...*, 1975.

³ Cuadro IV.38, Estructura de la demanda nacional agrícola, %, 1960-1973, p. 296 (IMP), y Enrique Cárdenas, *El largo curso de la economía mexicana. De 1780 a nuestros días* (2015), cuadro IX.2.

la construcción de series como, por ejemplo, la exploración de la relación entre cambio tecnológico y maquinización en el ciclo productivo y demanda de energéticos, los problemas de integrar en un estudio empíricamente sustentado, la demanda directa e indirecta de energéticos del sector (por ejemplo, los insumos agrícolas cuya fabricación consumió a su vez energéticos, particularmente agroquímicos). Es de hacer notar, además, las dificultades para sopesar la incidencia de la oferta de energéticos en las transiciones y desplazamientos energéticos en cada ámbito regional.⁴ Al lado, cabe señalar que en el estado actual del arte y de la información disponible, no parece posible desarrollar investigaciones que cuantifiquen los flujos energéticos a partir de los usos del suelo, ni considerar estimaciones sobre los balances energéticos de la agricultura, ni siquiera a nivel regional.⁵

En la primera sección, presentamos una muy somera caracterización de las tendencias de la historiografía agraria mexicanista, y el lugar que en esta han ocupado las investigaciones sobre energéticos. En la segunda sección integramos un panorama general del sector agropecuario mexicano, discutiendo su conformación históricamente dual entre un sector agrícola de subsistencia, y un sector agropecuario comercial, los principales productos y los patrones de concentración geográfica, para pasar a un estudio de caso sobre el consumo energético del cultivo del maíz en el Bajío, Michoacán, entre 1940 y 1970. En esta tercera sección, planteamos el problema de la conexión entre irrigación y energías en el agro mexicano, a través de un estudio de caso que examina la demanda de electricidad de la agricultura comercial en la región del Bajío.⁶ Buscamos demostrar cómo, entre 1930 y 1960, cuando debido al reparto agrario revolucionario en el Bajío se afianzaban dos regímenes de propiedad y de organización de la producción diferentes (el régimen ejidal y el de predios privados) los productores demandaron en Michoacán muy diversos tipos de energías modernas: energía hidráulica a pequeña escala, hidroelectricidad industrial, generación de electricidad por medio de motores diésel y también la tracción animal para el riego y bombeo para irrigación de semillas mejoradas, al lado de una creciente demanda de energía térmica. Ello en el marco del programa de mejoramiento del maíz (1940-1960),

⁴ Al respecto, son particularmente iluminadoras las consideraciones de Bahtia, "Energy demand analysis in developing countries" (1987); y Cleveland, "The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture" (1995).

⁵ Cusso, Garrabou, *et. al.*, "Balances energéticos y usos del suelo en la agricultura catalana: una comparación entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX" (2006); J. P. Painuly, Jyoti K. Parikh and D. R. Shah, "Rural Energy System and Agriculture: Alternative Scenarios for Gujarat" (1992). Es de hacer notar que probablemente este tipo de estudios podría realizarse a escala exclusivamente regional y/o local para los casos de la agricultura del algodón en La Laguna, y del cultivo y procesamiento de caña de azúcar.

⁶ Dobado y Marrero, *Corn market integration in porfirian Mexico* (2003); p. 3.

proyecto del gobierno federal que contó con el financiamiento externo de la Fundación Rockefeller, denominado originalmente “Plan Agrícola mexicano”, parte de un acuerdo de cooperación técnica para la agricultura con los Estados Unidos, que consideramos tuvo – indirectamente- importantes consecuencias en la demanda energética del sector agrícola. Al final presentamos varios anexos: información general sobre las tendencias de la producción, del consumo bruto de energía, y los resultados de la búsqueda de fuentes de primera mano para el estudio de la oferta, patrones de demanda y tendencias del consumo energético del sector agropecuario, aún muy preliminar. Anotamos brevemente las limitaciones que éstas presentan para la investigación.

La historiografía: visión panorámica

Los estudios agrarios, y particularmente la historiografía agraria, han sido vertebrales en la constitución de las ciencias sociales en México, con una tradición que se remonta a comienzos del siglo XX. El cambio estructural y el desempeño del sector agropecuario mexicano son materia de una voluminosa bibliografía, que brinda un muy variado abanico de explicaciones, fundadas sea en factores agro ecológicos y técnico- productivos, institucionales, políticos, financieros, demográficos, o socio-culturales. Un análisis sistemático de las distintas generaciones de esta literatura excede completamente las posibilidades de esta comunicación: a comienzos de la década del veinte, como resultado de la propia dinámica de la revolución y del reparto agrario tuvo lugar una primera eclosión de estudios y monografías agrarias,⁷ que se replicó durante el periodo conocido como “Cardenismo”,⁸ y que se mantuvo -con altibajos- hasta los 1970’s.⁹ Con posterioridad, el declive del campo mexicano fue acompañado por cierto estancamiento en los estudios agrarios, al menos hasta los años ´90, cuando el NAFTA colocó nuevamente la problemática agraria mexicana, la historia de la producción y productividad agrícolas, como objeto de estudio y preocupación de científicos, historiadores y políticos.¹⁰

⁷ Mac Bride, “Los sistemas de propiedad rural en México (1951), Tennenbaum, *The Mexican Agrarian Revolution* (1930).

⁸Eyler Simpson, *The ejido: Mexico’s way out* (1937)

⁹ Por ejemplo, esto puede apreciarse en el análisis de la historiografía sobre tierras de Marino, “La desamortización de las tierras de los pueblos (Centro de México, Siglo XIX). Balance historiográfico y fuentes para su estudio” (2001).

¹⁰Appendini, *De la milpa a los tortibonos: La reestructuración de la política alimentaria en México* (2001), entre otros.

Desde mediados del siglo pasado los planteamientos, enfoques, métodos, y problemas de los estudios agrarios mexicanistas, nutridos de la experiencia de la reforma agraria que arrancó desde 1915, de los estudios de economía y sociología rural que acompañaron a ésta en sus distintas etapas y coyunturas, así como de las tradiciones científicas francesa, española, y estadounidense, han sido referentes de la historiografía agraria internacional y latinoamericana. La tierra ha sido el centro de la atención principal de esta literatura: los derechos de propiedad, la reforma agraria entre 1915 y 1960, los patrones de tenencia de la tierra y las tensiones sociales y productivas que éstos generan, el mercado de tierra (principalmente desde aproximaciones regionales)¹¹, las políticas públicas sectoriales, el campesinado y los movimientos sociales agrarios de lucha por los recursos (tierra y agua), así como la estructural desigualdad y rezago rural en México. En menor medida, los estudios sobre instituciones agrarias, las tendencias de la producción y exportaciones del sector agropecuario, la industrialización de la agricultura, el crédito y la fiscalidad agraria, la trayectoria de las agroindustrias, y la revolución verde, han atraído la atención de los investigadores del mundo rural en México. Más recientemente, la historia medioambiental ha incorporado nuevas preguntas, metodologías y objetos de estudio, siendo quizás la historiografía especializada en agua y recursos hidráulicos la que ha fertilizado con mayor abundancia el campo de estudios agrarios, aportando muy numerosas investigaciones, hallazgos documentales –a partir del rescate de los archivos de la administración de Agua federal y estatal-, constituyéndose un nuevo y original campo de estudios, notablemente especializado.¹²

Al lado, el ámbito de los estudios en energía es especialmente robusto en México, y su profusa literatura destaca en el ámbito latinoamericano.¹³ Esta bibliografía se centra principalmente en el estudio de las industrias extractivas de energías fósiles, particularmente los

¹¹ Kouri, *Un pueblo dividido* (2013).

¹² Como ejemplo, las investigaciones de Luis Aboites Aguilar y su grupo de investigación, entre otras obras muy notables, el trabajo coordinado por Antonio Escobar, *Tierra y Agua...*, 2008.

¹³ Marcelo Bucheli, “Major Trends in the Historiography of the Latin American Oil Industry” (2010). Al respecto, comenzando por el conocido estudio de Lorenzo Meyer *Las raíces del nacionalismo petrolero en México* (2009), véase el sitio web creado por Carlos Marichal, Fuentes para la historia del petróleo en México, www.petróleo.colmex.mx; Jonathan Brown *Petróleo y revolución en México (1998)*, y recientemente Isabelle Rousseau *¿Hacia la integración de los mercados petroleros en América?* (2006), Myrna Santiago *The ecology Oil* (2006), Ana María de la Serna, 2008; Joel Alvarez de la Borda (TESIS), Roberto Fernández Elizondo (Sotavento 5); Paolo Riguzzi-Francesco Gerali “Los veneros del emperador” (2015); Guillermo Guajardo Soto, *El papel del Instituto Mexicano del Petróleo en el cambio tecnológico de PEMEX: La búsqueda de un margen de maniobra en el subdesarrollo, CA. 1965-1990*, Segundo Congreso Mexicano de Historia Económica, AMHE, 2004; Oscar Torres Montúfar, *La Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros y la administración de Antonio Bermúdez en PEMEX (1949-1958)*, Segundas Jornadas de Historia Económica, AMHE, febrero de 2015.

hidrocarburos. La historia de la explotación e industria petrolera mexicana ha alcanzado desarrollo, centrada en el estudio de las interacciones entre diplomacia, inversiones extranjeras, política, petróleo, trabajo y trabajadores, y más recientemente en cuestiones de integración y seguridad energética, y externalidades e impacto medioambiental. Últimamente se han realizado varios estudios de empresas, y abordado los aspectos científico-tecnológicos en el desenvolvimiento de la industria petrolera mexicana. Pero, a diferencia de la historiografía europea y asiática, son pocos los estudios históricos enfocados en examinar el curso de las transiciones y modernización energéticas en México, siendo el trabajo de Mar Rubio, Carreras, *et. al.* uno de los pocos que consiguen ubicar, para comienzos del siglo XX, las transiciones energéticas y modernización económica de México en un contexto comparativo latinoamericano.¹⁴ Podría decirse, entonces, que una historiografía petrolera muy rica ha dejado en la penumbra las grandes preguntas sobre la historia de la energía, los cambios en su producción y consumo, en México.

El cruce entre energía y agricultura en perspectiva histórica ha sido materia de un amplio desenvolvimiento científico en los Estados Unidos desde entreguerras (Primera y Segunda Guerra Mundial), y como es conocido, alcanzó un sólido cimiento empírico en la construcción de series estadísticas relativas al uso agrícola de la energía entre 1940 y 1970 en ese país, uno de los principales productores mundiales de cereales, particularmente después de la crisis energética de 1973, así como también en Europa, en el marco de esa crisis.¹⁵ En México estos debates no han anclado: el terreno de los estudios energéticos no ha sido particularmente roturado por los investigadores agrarios en México, y puede decirse que no abundan las investigaciones históricas que vinculen la historia de la agricultura y la energía en México. Las excepciones quedan comprendidas en dos grandes agrupamientos: los recientes avances en historia medioambiental, agroecología y antropología rural, como son algunas investigaciones sobre el paisaje, los bosques, la explotación forestal y el consumo de leña y energía derivada de fuentes forestales,¹⁶ que plantean las dificultades de un estudio sistemático de la evolución y tendencias del consumo de leña para fines tanto doméstico como industrial en México; y los estudios de historia regional

¹⁴ El consumo de hidrocarburos en el mercado interno es examinado desde diferentes ángulos en Brown, *Petróleo y Revolución en México* (1998), Uhthoff "La industria del petróleo en México" (2015), Vitz, "To Save the Forests" Power, Narrative, and Environment in Mexico City's Cooking Fuel Transition" (2015).

¹⁵ Stanhill, *Energy and Agriculture* (1984); pp. 1-6; Cleveland, "The direct and indirect" (1995), pp.111-112.

¹⁶ A modo de ejemplo, Cristopher Boyer, "La segunda guerra mundial y la crisis de producción en los bosques mexicanos" (2012-2013); del mismo autor, *Political Landscapes. Forests, conservatiom, and Community in Mexico* (2015).

económica y agraria, entre los cuales despuntan precisamente los estudios del grupo de la Asociación de Historia Económica del Norte de México, fértiles al proporcionar estudios de caso que iluminan tanto los procesos de generación de energéticos en el Norte de México, particularmente la electricidad.¹⁷ Por su parte, en el conjunto de investigaciones inscritas en los estudios de historia medioambiental y agro ecología sobresale el innovador estudio de John Soluri, quien discute en torno a la relación entre ruralidad y energía en México antes y después de la revolución mexicana, en el artículo “Tierras, montes y aguas: apuntes sobre energía, medio ambiente y justicia en las Américas”, trazando además una muy sugerente agenda de investigación sobre las transiciones energéticas del mundo agrario.¹⁸

La literatura mexicanista no ha desarrollado aún indagaciones sistemáticas sobre las transiciones energéticas del sector rural, ni cuantificado las tendencias históricas de la demanda energética por sectores económicos. Los estudios energéticos han concentrado su atención del lado de la oferta, proporcionando información y análisis sobre las fuentes y los recursos energéticos en la economía mexicana (leña, carbón, hidrocarburos, electricidad, energía geotérmica), sin detenerse en examinar lo suficiente el destino y el modo de consumir estos recursos, y mucho menos a la demanda sectorial agropecuaria.¹⁹ Las investigaciones sobre irrigación en el marco del reparto agrario, empero, han abierto brecha al considerar las conexiones trabadas entre irrigación y electrificación rural y urbana. Una amplia serie de investigaciones a nivel local y regional, y tesis de maestría y doctorado, constituyen sobre este tema un importante punto de partida, del cual nuestro estudio es tributario. Al lado, cabe considerar también varios estudios e investigaciones en el marco del Programa de estudios energéticos en El Colegio de México (1970-1980's, dirigido en su momento por Miguel S. Wionczeck), que examinaron el consumo energético del sector rural de subsistencia y del sector azucarero mexicano desde 1970, generando una nutrida bibliografía muy sólida en aspectos teórico-metodológicos y en la discusión de los cruces disciplinarios posibles de la temática. Esta literatura plantea el problema de la demanda energética del sector agrario mexicano con rigor teórico-metodológico y sustento

¹⁷ Es el caso de los estudios coordinados por Moisés Gámez *Electricidad: recurso estratégico y actividades productivas* (2013), destacando entre ellos las recientes aportaciones de Eva L. Rivas Sada. En esa línea cabe mencionar al estudio sobre el cultivo e industria arroceras de Alfredo Pureco *Empresarios Lombardos en Michoacán* (2010), para Michoacán, que integra un análisis de las cuestiones energéticas relativas al desenvolvimiento de esa agroindustria en las primeras décadas del siglo XX, en una región del Bajío, de tierra caliente.

¹⁸ Revista Historia, No. 59-60, enero-diciembre 2009; pp. pp. 169-184

¹⁹ Cóceres, *Consumo de energía en la industria azucarera, 1970-1983* (1985).

empírico, aunque se concentra principalmente en el sector de agricultura de subsistencia, dejando de lado la agricultura comercial e industrias agropecuarias.

Por último, un comentario adicional sobre las obras de historia económica general de México de reciente publicación, como son los estudios coordinados por S. Kuntz en *Historia económica general de México. De la colonia a nuestros días* (2010), o la obra comprensiva de E. Cárdenas, *El largo curso de la economía mexicana. De 1780 a nuestros días* (2015). En estos textos se examina la evolución productiva del sector agropecuario y las políticas públicas sectoriales. Las cuestiones de energía tienden a estudiarse como problema de política pública y de construcción de infraestructura, quedando en segundo plano la evolución de la oferta de energéticos (suministros, infraestructura de conexión, precios, tarifas). Estos trabajos, notables contribuciones al conocimiento de la historia económica mexicana, no se profundizan cuestiones medulares como la producción de energía, la demanda sectorial de energía, los cambiantes patrones de consumo de energéticos a lo largo del siglo XX, o las transiciones energéticas.

En suma, pese a algunas obras pioneras y preclaras, como *El agua de la nación* (1998) de Luis Aboites Aguilar, donde se incluye un capítulo titulado “Nueva energía, nuevos materiales”, la literatura disponible para el caso de México ha tendido a privilegiar otras dimensiones de las transformaciones rurales: hacen falta análisis comprensivos tanto como específicos sobre los cambios en el uso, patrones de consumo y oferta y suministros de energía comercial (y no comercial) en el campo mexicano a lo largo del siglo XX. Sugerimos que existe un amplio campo para posibles estudios sobre el tema que examinen la relación entre transformaciones productivas y demanda de energéticos a lo largo del siglo XX, las tendencias y composición de la demanda, y la diversidad de patrones de uso y consumo de energéticos en el medio rural a lo largo del periodo, y que consideren la formación e integración de series estadísticas. Consideramos que las futuras investigaciones podrían trabajar en tres direcciones: por un lado, dando sistemática continuidad a los estudios regionales y locales, (retomando las contribuciones de recientes estudios como los de Mario Cerutti y Eva L. Rivas Sada para el caso de Monterrey y La Laguna, que se han perfilado como claramente novedosos al elucidar cuestiones de generación, suministro y patrones de consumo de la energía eléctrica en ambas regiones, caracterizadas por el desarrollo de la industria y agroindustrias).²⁰ Una segunda vía deberá ser el avance en investigaciones a nivel macro, que

²⁰ Véase también el estudio de Alfredo Pureco sobre el cultivo y agronegocio del arroz en Michoacán, *Empresarios Lombardo en Michoacán* (2010); pp.223-267.

posibiliten elucidar la trayectoria y tendencias generales y regionales en el consumo agrario de energéticos en México a lo largo de un siglo, que puedan resolver además, con la suficiente pericia teórica y metodológica, la principal limitación de la investigación, parafraseando un estudio de Mario Cerutti, “las fuentes, estudios sectoriales y diferentes resultados de investigación consultados no siempre coinciden en las cifras que permitirían cuantificar...”.²¹ Las investigaciones que se propongan contribuir a la elaboración de estudios que consideren tanto los input como los output energéticos de la actividad agropecuaria en perspectiva histórica serían también de gran utilidad para lograr una mejor comprensión de los cambios en los métodos de cultivo y aprovechamientos forestales e hidráulicos y los procesos de modernización y cambio tecnológico en la economía agraria en conjunto, tanto el sector agrícola capitalizado y comercial como el de subsistencia.

Aproximación y puntos de partida:

Nuestra aproximación al problema proviene del campo de los estudios agrarios antes que de los estudios en energía y energéticos.²² Por ello, nos proponemos abordar el problema desde el ámbito agrario: la estructura de la producción agraria y los procesos de incorporación de nuevas fuentes de energía para el agro, los cambios en los métodos de cultivo y su relación con la demanda de energéticos, las pugnas agrarias en torno a la energía, los conflictos que produjeron la tecnificación y mecanización agrícola y las limitaciones que encontró la tecnificación, así como la innovación genética en los cultivos. En esa línea, en la última parte de este estudio integramos el resultado de una investigación realizada con fuentes de archivos municipales y estatales, un estudio de caso a nivel regional, que indaga sobre la demanda y consumo de energéticos modernos, en particular electricidad, entre los productores del Bajío (Michoacán) a la luz de la incorporación de nuevas tecnologías de regadío y siembra de semillas genéticamente mejoradas, durante el periodo conocido como de la “revolución verde”, impulsado por la Oficina de Estudios Especiales con financiamiento internacional, entre 1940 y 1960.

Nuestros supuestos, objetivos e hipótesis son preliminares y materia para la discusión. En primer lugar, buscamos aportar información y análisis al problema de la energía empleada para fines productivos en el medio rural, es decir, en la producción agrícola y pecuaria. Vista como

²¹ Mario Cerutti, “Monterrey (1930-1960): electrificación, impacto regional y dinámica empresarial”, en Gámez, Moisés, *Electricidad: recurso estratégico y actividades productivas* (2013); pp. 222.

²² Carmagnani, Marcello y Gustavo Gordillo de Anda (coord.), *Desarrollo rural y cambios productivos en el mundo rural europeo contemporáneo* (1998).

demanda, la energía puede considerarse como bien de consumo y como un elemento de la producción.²³ El total de la energía que demanda el sector rural se compone de la demanda energética del sector de subsistencia, de demanda de los hogares rurales, y de los requerimientos de consumo del sector agrícola comercial y agroindustrial. Este sector agrícola comercial y agroindustrial conecta con las industrias rurales, cuya demanda diversifica el abastecimiento energético rural,²⁴ generándose diferentes problemáticas en el suministro de energía. En este estudio no consideraremos ni al sector doméstico, ni al sector agrícola de subsistencia. Tampoco tomamos en cuenta, por ahora –pero planeamos hacerlo a futuro- la demanda energética de la ganadería e industrias pecuarias, que vieron un ciclo de notable expansión y diversificación desde 1890, y particularmente después del brote de fiebre aftosa en 1946-1953.²⁵

En segundo lugar, nuestro estudio exhibe limitaciones importantes, debido tanto a las debilidades de las fuentes como por encontrarse en una fase inicial. Por ejemplo, los problemas que presentan las fuentes nos han dificultado la cuantificación de los indicadores principales de la demanda de energéticos del sector agropecuario mexicano en el siglo XX: se deberán elaborar estimaciones rigurosas del consumo energético per cápita de cada persona empleada en el sector agrario, y calcular el promedio de energía consumida en cada unidad de tierra cultivada, siendo ambos indicadores indispensables para poder construir interpretaciones empíricamente fundadas.²⁶ Al lado, pese a su importancia como factores claves en la demanda de energéticos, no han podido considerarse en este estudio ni la oferta de tecnologías energéticas, sus precios y suministros, ni su intensidad y eficiencia de empleo y rendimientos más que de modo muy general, como tampoco se ha podido tratar con sistematicidad la incidencia de altibajos climáticos, meteorológicos e hidrológicos en las necesidades energéticas, salvo en cuanto a discutir cómo la sequía afectó la demanda energética de los productores del Bajío.

Otra precisión corresponde al análisis de los costos energéticos de la producción agrícola, es decir, los *input* energéticos del cultivo propiamente.²⁷ Después de la década del treinta, los

²³ Instituto Mexicano del Petróleo. Demanda sectorial. Análisis y Perspectivas. México, IMP, Subdirección de estudios económicos y planeación industrial, 1975; p. 13

²⁴ Por ejemplo, el procesamiento de cultivos, la refrigeración de frutos, la industria de empacados cárnicos, las industrias aceitera, jabonera, ladrillera, molinera, por mencionar algunas.

²⁵ Por ahora, pese a la gran relevancia que tiene el sector pecuario y de las industrias lácteas y cárnicas como generador de producto y exportaciones y por sus altas necesidades de consumo de energía.

²⁶ United States State Department, *Energy sources of the World* (1949), p. 7.

²⁷ La complejidad productiva y diferenciación regional de las industrias pecuarias nos –y por ende la gran diversidad de patrones de consumo energético-, puesto que incluye la producción, faena y conservación de

fertilizantes y agroquímicos, junto a la maquinaria (por ejemplo, como se verá más abajo, tractores y bombas) se fueron perfilando como los insumos energéticos principales de la producción agrícola mexicana. Como han señalado para México Gerald Forey y Adrian Van Buren, la gama de los insumos energéticos podría ampliarse hasta incluir la materia prima y la energía utilizada en la manufactura de plaguicidas, herbicidas y también, principalmente, maquinaria agrícola.²⁸ Una amplia gama de investigaciones sobre el consumo energético del sector cerealero estadounidense así lo ha venido considerando, a partir de una base estadística y censal muy sólida, que brinda información sobre el consumo de energéticos e hidrocarburos consumidos por la agricultura estadounidense desde 1900 en adelante, con distinción de clases de energéticos y consumo regional.²⁹ Pero, en México las fuentes disponibles, los censos agrarios, registran sólo a partir de 1960 el empleo de maquinaria agrícola, combustible para el funcionamiento de éstas, y el empleo de fertilizantes, por lo que la integración de la demanda agraria indirecta de energéticos exigirá un proceso largo de investigación. Al lado, si bien hay estimaciones muy generales sobre la productividad agrícola (por ejemplo, ya en el texto de Clark Reynolds, 1973: 177-197), consideramos que se trata de una cuestión central que exige un estudio puntual y sistemático, a partir de nuevas fuentes y metodologías.³⁰

Por último, una precisión adicional y una advertencia sobre las fuentes. El estudio que se presenta aquí se funda sobre todo en fuentes cualitativas, e incorpora, cuando es posible, algunos datos que apenas estamos recabando. La razón de esto es sencilla: la escasez de datos cuantitativos no solo es producto de la pérdida de información, algo a lo que de manera cotidiana se enfrenta el investigador de la historia contemporánea de México, sino también a que la labor de estadísticas agrícolas más completas y detalladas que emprendieron instituciones gubernamentales y organizaciones de agricultores comenzó a dar fruto con posterioridad a la década de 1960. No en balde, el ingeniero Jorge Tamayo decía en 1965 que la información

carne para los mercados locales hasta la producción de ganado para engorda en las praderas del sur de los Estados Unidos, y el empacado de productos cárnicos para los mercados domésticos y de exportación, dificulta su integración, por ahora, en este ensayo, aunque en futuros avances se buscará incorporar en el análisis. Para una muestra, véase Lopes-Riguzzi "Borders. Trade and Politics" (2012); Reyes Patiño, *La economía ganadera de Nuevo León* (2014).

²⁸ Gerald Foley y Ariane Van Buren, "Los fertilizantes como energía" en *La energía en la transición del sector agrícola de subsistencia*, pp. 35-36

²⁹ Para un simple ejemplo, véase Stickler, *Liquid Petroleum Fuel Used by Farmers in 1959, and Related Data* (1964). Un enfoque teórico sobre la cuestión en "Energy in Australian Agriculture: inputs, outputs and policies", en *Energy and Agriculture* (1984) pp. 154-163, y en Cleveland, "The direct and indirect use" (1995).

³⁰ Al respecto, véase Paul Bairoch, "Les trois révolutions agricoles" (1989).

estadística recogida por el gobierno era escasa y con un alcance limitado, debido a la carencia de personal, de entrenamiento y de recursos.³¹

Los cultivos y las tendencias de la producción:

¿Cuál fue la composición de la cesta de cultivos en México, y cómo fue cambiando? ¿Hubo crecimiento o estancamiento de la producción agrícola durante el siglo XX? ¿y en qué magnitud? En esta sección presentamos un esbozo general de las tendencias de la producción agrícola mexicana. Cada cultivo y su forma de producción -intensiva o extensiva- muestra particularidades en la demanda de energéticos, y los altibajos en el volumen y rendimientos productivos son factores importantes de la determinación de la demanda energética total del sector, y de su crecimiento, estancamiento o declive.

La historia mexicana ha estado fuertemente marcada por las dinámicas agrarias. Desde la época colonial y hasta 1940 la agricultura, ganadería y agroindustrias fueron motoras de la economía, junto con la minería e industrias extractivas y las industrias de transformación. Se ha señalado que entre 1910 y 1940, el producto agrícola per cápita fue 0.2%, y en las dos décadas subsiguientes, 1940-1960, ascendió a 3.4% (desde 1900 a 1965 la población de México aumentó dos veces, al lado, la producción agrícola se sextuplicó.³² El sector rural concentró la mayor parte de la población por lo menos hasta el último tercio del siglo XX: para 1930, la tasa de urbanización fue 33.0%, y 66.3% para 1980.³³ Un estudio ya clásico calculó en 58% la parte del PIB imputado a las zonas rurales de México en 1900, 45% para 1930, y 31% para 1965.³⁴ Si algunas estimaciones muy aproximadas calcularon la participación relativa del sector agrícola al PIB en 1900 y en 1940

³¹ En la elaboración de esta ponencia se emplearon fuentes de primera mano como el archivo estatal del estado de Guanajuato, el archivo federal del agua, informes del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, así como documentos de trabajo elaborados por la Comisión Económica para América Latina y para varios seminarios sobre energía convocados por la Organización de las Naciones Unidas, la OLADE, y el Programa de Energéticos de El Colegio de México. Estas fuentes proceden de las décadas de 1940, 50 y 60, 1970-80, y en ellas encuentra este trabajo sus virtudes y limitaciones.

³² Reynolds, *La economía mexicana* (1973), p. 125.

³³ En contraste con otras economías de la región, como los países del Cono Sur, y Cuba, de temprana transición demográfica campo-ciudad. Por ejemplo, las tasas de urbanización de Chile para 1929 y 1980 fueron 49.% y 79.0 respectivamente. México se adelantó al Brasil, sobresaliente por sus bajas tasas de urbanización en la primera mitad del siglo, pero que en 1980 alcanzó 67.1 %; datos de Luis Bertola y José Antonio Ocampo, *El desarrollo económico de América Latina* (2013), p. 219, Cuadro IV.9 Población, tasas de crecimiento y tasas de urbanización.

³⁴ Reynolds, *La economía mexicana* (1973), cuadro II.7. Participación en el ingreso rural/urbano (%), p. 98.

como 20% y 15.4% respectivamente³⁵, estimaciones recientes muestran que para el lapso 1950-1962 ésta alcanzó 16%, siendo 11.4% su contribución al crecimiento, al lado de las industrias de transformación (27%), industrias extractivas (5.1) y comercio (33%).³⁶ En contraste con el dinamismo del sector industrial (industria de transformación e industrias extractivas) en el siglo XX, que se convirtieron en el motor de la economía alcanzando tasas de crecimiento promedio anual de 6.1 entre 1932 y 1940, el sector agrario mantuvo tasas de crecimiento inferiores, de 4.3 y 4.4 % en el periodo, reduciendo su participación en el total del empleo (la parte de la población que depende de la agricultura se redujo a una tercera parte a lo largo del siglo.³⁷ A partir de este desenvolvimiento, se ha considerado que el aporte del sector agropecuario mexicano a la modernización y crecimiento económicos ha sido pobre. Pero, el cuadro histórico de esta trayectoria no es lineal.

Como en buena parte de las economías de la región en la segunda mitad del siglo XIX, la desamortización y liberalización de los factores tierra, capital y trabajo posibilitaron que la agricultura y ganadería mexicanas acompañaran el auge de las exportaciones primarias durante el periodo 1880-1929, contribuyendo con una canasta de productos variados tanto al mercado interno como externo: cereales (maíz, trigo, principalmente), frijoles, chiles (entre otros cultivos alimenticios para el consumo interno), caña de azúcar, tabaco y algodón,³⁸ principalmente para el consumo nacional, y vainilla, café, y henequén (fibras duras) para la exportación, al lado de ganado en pie para el mercado interno y su comercialización exclusiva en la América del Norte³⁹. Un aspecto fundamental han sido los ciclos de expansión de la frontera agrícola y de integración de nuevas tierras al cultivo, por causa de la deforestación y por las oportunidades que para roturar nuevas tierras brindaron las grandes obras de irrigación que despuntaron desde mediados de la década del 1920 y hasta los años '50, incorporando miles de hectáreas al cultivo por regadío⁴⁰. Además, a lo largo de un siglo (1890-1990) se dieron procesos regionales de especialización

³⁵ Participación por sector en el Producto interno bruto, México, 1900-1966 (porcentajes), Tabla 8, Hertford *Sources of change in mexican agricultural production* (1971), p 14.

³⁶ Enrique Cárdenas, *El largo curso de la economía mexicana* (2015), cuadro IX.2, Contribución sectorial al crecimiento del PIB; p. 510.

³⁷ Reynolds, *La economía mexicana* (1973), p. 121; Cárdenas, *El largo curso de la economía mexicana* (2015), p. 455.

³⁸ Véase Marino y Zuleta "Una visión del campo" (2010).

³⁹ Lopes y Riguzzi, "Borders. Trade and Politics" (2012).

⁴⁰ La superficie de tierra irrigada por las obras hidráulicas de la posrevolución, en los distritos de riego, pasó de 115,194 hectáreas en 1936, a 1,266,964 en 1953, Aboites, 1988, p. 62, cuadro 1; José Luis de la Loma y Oteiza, "Algunos aspectos económicos de los distritos de riego en México", en *Nueva Agronomía...*, pp. 32-33.

agrícola y se profundizó la diversificación de cultivos en el mapa agrario nacional: la expansión del café, la caña de azúcar y el henequén y algodón tuvieron lugar desde el último tercio del siglo XIX; mientras en la primera mitad del siglo XX se incorporaron el garbanzo, el plátano, y el aguacate, la papa, frutas cítricas y tropicales (mango, coco, piña, melón), el jitomate; y posteriormente se sumaron nuevos cereales (el sorgo, la cebada) y leguminosas (soya, cacahuate) entre 1970 y 1990, al lado del tradicional frijol, tal como muestran los gráficos 1 y 2 anexos (VÉASE ANEXO 2). El cuadro 1 (*supra*) muestra exclusivamente las tendencias de la producción de cereales: se observa que el maíz, alimento básico en la dieta mesoamericana tradicional, tras un periodo de casi nulo crecimiento, atravesó entre 1940 y 1965 una etapa de considerable repunte y dinamismo (al igual que el trigo para el periodo 1950-1965).

Cuadro 1. Volumen de producción de los principales cereales y cultivos básicos en México 1925-1990, (tasa media de crecimiento anual %)

PERIODO	MAÍZ	TRIGO	ARROZ	FRIJOL	CEBADA	SORGO	SOYA
1925-1939	0.03	2.64	1.30	-1.69	0.58	-	-
1940-1949	6.42	0.90	6.16	10.12	5.02	-	-
1950-1965	7.26	7.17	4.80	8.59	1.17	-	-
1966-1979	0.47	2.90	2.30	-3.94	9.69	9.46	16.71
1980-1990	1.69	3.51	-1.21	3.25	-0.74	2.46	5.97

Fuente: Jose Antonio Yunez, "Las transformaciones del campo y el papel de las políticas públicas, 1929-2008", en Kuntz, S. *Historia...*, 2010; p. 729-755, cuadro 18.1, p. 732.

Esa etapa de crecimiento de la producción de maíz y trigo coincidió con el desarrollo en México de un proyecto internacional de innovación tecnológica aplicada: entre 1940 y 1960 se gestaron científicamente, difundieron y adaptaron innovaciones en todas las fases del cultivo de maíz y trigo (y frijol). Si bien se remonta a contactos previos entre la Secretaría de Agricultura con el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y la fundación Rockefeller, el proyecto arrancó formalmente en febrero de 1943, con el nombre de Plan Agrícola Mexicano, y el objetivo de impulsar el mejoramiento del cultivo del trigo, el maíz y el frijol mediante investigaciones de genética aplicada, y la tecnificación en la producción.⁴¹ La aplicación y transferencia de tecnología de las ciencias naturales y agrícolas a la producción de cereales redundó en un incremento en los

⁴¹ Véase Hewitt de Alcántara, *La modernización de la agricultura mexicana* (1978); Fitzgerald, Deborah, "Exporting American Agriculture: The Rockefeller Foundation in Mexico, 1943-1953" (1986) y Netzahualcoyotl Luis Gutiérrez, "La Revolución Verde y el maíz mexicano: política, ciencia y mercados, 1947-1961", manuscrito de Seminario I de Tesis de Doctorado en Historia, Centro de Estudios Históricos, 8 de julio de 2014. Gutiérrez N. señala que el PAM respondió a múltiples causas, de orden económico, político, geopolítico, y científico, de nutrición y salud pública, e incluso financieras, como la balanza comercial y el peso de la histórica dependencia del país de las importaciones de cereales.

rendimientos de las siembras de maíz (y trigo): el rendimiento medio nacional por hectárea cultivada en 1940 era de 626 kg, y como resultado del programa cooperativo entre la Secretaría de Agricultura (Mex.) y la Rockefeller Foundation los rendimientos medios se incrementaron en 1960 a 1341 kg/hectárea sembrada de maíz, significando ello un repunte de la agricultura maicera mexicana después de décadas de estancamiento. Por su parte, los rendimientos medios del trigo se incrementaron (según una fuente) 267% entre 1940 y 1960 (de 815 kg/ha a 2056 kg/ha).⁴² Como consecuencia, se alcanzaron metas nutriológicas y financieras: al lograrse por vez primera en la historia mexicana el auto abastecimiento de la demanda interna del cereal, sería posible mejorar la nutrición popular con maíz de mejor calidad nutricional (colocado en el mercado a precios regulados), reduciendo al mismo tiempo la dependencia histórica de su importación (así como de las importaciones de trigo).⁴³ En el caso del maíz, los resultados positivos se mantuvieron sólo por dos décadas, entrando en un claro declive, en contraste con otros cultivos como el trigo y el sorgo. Sugerimos que el aumento de la producción agrícola, y de los rendimientos por hectárea cultivada fueron factor de demanda de energéticos: impulsaron cambios e incrementos los requerimientos y uso de energéticos en la producción, cuestiones que necesitan revisarse y debatirse.

Revolucion(es): ventana energética de la continuidad y cambio en el agro mexicano

Lo que ha distinguido al campo mexicano desde fines del siglo XIX es la marcada diferenciación regional de la dotación de recursos naturales; y una estructura dual, vertebrada en dos sectores: un sector capitalista y modernizado, intensivo en trabajo y capital, con acceso a las mejores tierras, y otro sector minifundista orientado al consumo doméstico y local, sin acceso a tierras fértiles. La revolución y la reforma agraria, pese a distribuir entre 1915 y 1947 más de 18 millones de hectáreas (VÉASE ANEXO I) en favor de campesinos y “ejidatarios”, no eliminaron sino profundizaron este dualismo, que en 1960 alcanzó una polarización notable: un poco más del 1.0% de los propietarios controlaba más del 60% de la superficie cultivable de más de 200 hectáreas, y

⁴² CEPAL, “El desarrollo...”, 1951, en *Problemas Agrícolas e industriales de México*, II:3, julio septiembre de 1951; pp. 115-172 y Hertford *Sources of change in mexican agircultural* (1971).

⁴³ Ramón Fernández y Fernández, *El trigo en México* (1939), Hertford *Sources of Change in Mexican agricultura* (1971); Alcántara Francisco, “El mejoramiento del maíz en el Bajío”, en *Nueva Agronomía*, pp. 169-199.

el 76% de los propietarios privados tenía en explotación predios menores a 5 hectáreas (un total de 1.4 millones de hectáreas sobre 23.8 millones).⁴⁴

Cualquier aproximación general y panorámica al sector agrario mexicano es equívoca si no atiende a las dinámicas regionales. Pero desde 1915 tuvo lugar, como consecuencia de la revolución mexicana, una gran movilización y redistribución de factores de producción y nuevas pautas de acceso y suministro de insumos agrícolas y factores de producción tierra/agua-trabajo y capital, que coincidieron con transformaciones y desplazamientos en el patrón de consumo energético: de 1910 a 1960 la actividad económica en México fue transitando del empleo de fuentes tradicionales de energía (combustibles vegetales y fuerza animal) a una creciente utilización de nuevas fuentes de energía, los combustibles fósiles (carbón, petróleo e hidrocarburos), electricidad e hidroelectricidad, y después de 1950, otras fuentes alternativas como la energía geo térmica).⁴⁵ A nivel general, la participación de los hidrocarburos en la demanda total de energéticos de la economía mexicana fue creciendo, mientras desde la década de 1930 declinó la demanda de biomasa (VÉASE GRÁFICOS 2 A 4 EN ANEXO II).

Los cambios conocidos en la literatura como la *reforma agraria* (el reparto agrario entre 1915-1940's); la *"irrigación revolucionaria"* (1926-1960)⁴⁶; y la *revolución verde* (1943-1960), aunque con extrema diversidad y matices regionales, significaron, en términos generales: 1) el cambio jurídico en los derechos de propiedad, mediante la creación de nuevas formas de propiedad; 2) la redistribución de la tierra y la modificación de los patrones de tenencia; 3) la reasignación social y productiva de los recursos agrícolas disponibles, como bosques y aguas; y 4) cambios sustantivos en los patrones de tecnificación de la producción agropecuaria, localizados geográficamente y por cultivo.

El principal determinante de la demanda de energéticos en el sector agrario es sin duda la estructura de la producción agrícola al lado de la población, la distribución del ingreso, y la dotación de fuentes de energía, así como la estructura de su oferta. Nos parece importante indagar acerca de la relación entre agricultura y energía en México, teniendo en cuenta que la

⁴⁴ Instituto Mexicano del Petróleo, *Energéticos, demanda....*, p. 302-302.

⁴⁵ Véase Soluri, 2009; p. 2: " Vista desde la perspectiva energética, la Revolución Mexicana (1910-1920) representó un periodo de cambio, toda vez que la base de energía primaria empleada pasó de ser biológica para depender de combustibles fósiles. Pero la transición fue variable, contestada y prolongada dando lugar a fenómenos contradictorios".

⁴⁶ Para Aboites, "la ventana hidráulica del reparto agrario" (Aboites ,1998, p. 142)

revolución impuso cambios en el acceso y suministro de fuentes de energía tradicional, y al lado, fue causante de cambios profundos en el acceso y suministro de agua para fines de irrigación y energía; mientras se desarrollaba un ciclo de auge de la industria petrolera, sujeta crecientemente a la fiscalización de las autoridades revolucionarias, que culminaría con un declive exportador y la creación de una empresa estatal de petróleos, PEMEX, en 1938, que encontraría en su primera etapa en el mercado doméstico el principal destino de los hidrocarburos durante varias décadas.⁴⁷

La revolución impuso cambios en el acceso y suministro de fuentes de energía tradicional, como los bosques y la leña,⁴⁸ y al lado, y causó cambios profundos en el acceso y suministro de agua para fines de irrigación y energía, y de petróleo y derivados. El consumo de energéticos (y la intensidad de uso) se incrementó notablemente en México de 1920 a 1960: una de nuestras principales fuentes estadísticas, Emilio Alanís Patiño, *La energía en México*, 1954, señalaba que mientras la población mexicana creció 31% entre 1940 y 1950, la energía aprovechada en todos los usos creció 113%. Patiño elaboró una de las primeras estimaciones disponibles de la demanda bruta de energía, calculada en millones de KWH:

Cuadro 2. Energía total utilizada en México (millones de KWH), según Emilio Alanís Patiño, (publicado en 1954)

FUENTES DE ENERGÍA	1930	1940	1950	1950 %
I. Combustibles				
1. Petróleo y derivados, gas	6818	10038	24020	69.81
2. Carbón mineral	2020	1250	1740	5.05
3. Carbón Vegetal	266	283	243	0.70
4. Leña	248	365	493	1.43
5. Bagazo de caña	150	190	453	1.31
II. Aguas fluviales				
1. Electricidad				

⁴⁷ En esta transición jugó un papel fundamental y vertebrador la dotación de recursos del país: la riqueza en hidrocarburos dio impulso, desde los años de la revolución, a una veloz transición al predominio del consumo de hidrocarburos en el mercado interno, siendo éste una de las principales contribuciones del petróleo a la economía nacional. Véase Uthhoff, “La industria del petróleo en México” (2015), cuadros 1-5; Kuntz, 2010, Las exportaciones..., cuadro 9.5, p. 543.

⁴⁸ La dotación de recursos forestales es rica en México, y el empleo doméstico, agrícola e industrial de combustibles vegetales (leña, y bagazo de caña de azúcar, por ejemplo) persistente hasta la década de 1970’s, véase Guzmán, O. Estudios de caso: México, pp. 70-78.

2. Fuerza Motriz	1023	1527	2310	6.71
	42	52	52	0.15
III. Animales de trabajo	2524	3304	4250	12.35
IV. Población humana	520	625	843	2.45
ENERGÍA TOTAL	13611	17634	34404	100
TCPA DEL EMPLEO DE ENERGÍA 1930-50				4.053
1. Inanimada (I y II)	10567	13705	29311	85.19
2. Animada (III y IV)	3044	3929	5093	14.80

Fuente: elaboración propia a partir de Emilio Alanís Patiño, La energía..., 1954, p. 14, cuadro 1.

Este cuadro proporciona un panorama básico de la energía bruta consumida, sin diferenciación de actividad económica. Muestra que el empleo de energía creció a 4% tasa promedio anual, crecimiento inferior al que en el periodo acusó la industria, y más o menos equivalente al crecimiento del sector agropecuario. Si bien no distingue entre empleo directo e indirecto de energéticos, da evidencia del patrón la modernización económica a través de la composición de las fuentes de energía empleadas en la actividad económica: la electricidad, la fuerza motriz animal y los hidrocarburos tuvieron preeminencia frente al carbón mineral, y el bagazo de caña y la leña en las dos décadas consideradas. Cabe preguntarse cuál fue la demanda de energía secundaria del sector agropecuario, su composición, y cómo ésta fue cambiando a lo largo del periodo señalado. El caso de la agricultura en el Bajío, que sigue a continuación, resulta iluminador de la relación problemática entre la oferta de energía eléctrica y la actividad agrícola en esa región en el período 1943-1960, así como de los desplazamientos de la demanda de energéticos, de la hidroelectricidad a la energía térmica, que después de la década de 1940 fue cobrando importancia a nivel nacional y en la región que se propone aquí como caso de estudio. Veamos.

La combinación productiva del Bajío en la posrevolución: agricultura, reparto agrario, irrigación y energía en tiempos de sequía

Por Bajío mexicano se entiende una llanura aluvial irregular que va de occidente a oriente desde el centro de México, en los estados de Querétaro y Guanajuato, hacia el centro occidente en Michoacán y Jalisco. Durante siglos y hasta la década de 1930, el Bajío fue considerado como un

granero debido a su alta producción de cereales para los mercados urbanos del centro del país, lo que respondía en buena medida a las posibilidades de riego que proporcionaban el río Lerma y a sus tributarios, los ríos La Laja y Turbio, cuya cuenca se extiende por 124 520 km²⁴⁹. En su recorrido, esos ríos recogen y distribuyen una gran cantidad de sedimentos y materia orgánica, lo que proporciona a las tierras del Bajío una gran fertilidad. En ellas, para la década de 1940, se cultivaba sobre todo trigo, maíz y garbanzo, además de especias, oleaginosas y hortalizas.⁵⁰

Esa condición de granero de México estaba en declive desde 1920 y 1930, por causa de los daños de la guerra civil y la posterior incertidumbre generada por el reparto agrario, entre otros factores. Ante ese panorama los gobiernos federales y estatales plantearon la necesidad de modernizar la agricultura comercial del Bajío, en particular la del trigo y otros cultivos comerciales para revitalizar esa región agrícola. Para complementar los problemas de la agricultura abajeña, en 1936 el gobierno de Lázaro Cárdenas realizó el mayor reparto agrario de la historia moderna de México.⁵¹ Interesa aquí explicar el impacto del reparto en el uso del agua, algo que traería consecuencias importantes para la producción de energía hidroeléctrica.

La nueva distribución de la tierra se hizo con base en los pueblos y en los jefes de familia, que podían recibir entre 4 hectáreas de tierra de riego u 8 de temporal⁵². Una de las consecuencias de la distribución fue la multiplicación de la propiedad, algo a lo que también abonó el fraccionamiento realizado por los hacendados durante los años 20 y 30. Con las nuevas posesiones y propiedades se multiplicaron las solicitudes de agua y de su distribución. Lo anterior desmontó en el Bajío una lógica productiva basada en una tecnología hidráulica milenaria: las cajas de agua⁵³. La demanda de agua aumentó de manera relevante, reduciendo así la lámina disponible para el riego.⁵⁴ A esta demanda en aumento del agua por el reparto agrario se añadiría la que tuvo lugar como resultado del incremento de la producción agrícola. Esto respondía, por un lado, a un incremento en la demanda, resultado de una población que se recuperaba tras las guerras civiles,

⁴⁹ García, *Las regiones de México* (2008), pp. 67-71.

⁵⁰ Castillo, "La economía agrícola", p. 23, ver mapas 1 y 2.

⁵¹ Sánchez, "La transformación", pp. 12-18.

⁵² Código Agrario de 1934, artículo 47, publicado en el Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 1934.

⁵³ Sistema consistente en campos de cultivo bordeados e interconectados que se llenaban con aguas pluviales, las cuales se mantenían hasta principios de octubre cuando eran desaguadas para sembrar trigo, excepto una que la conservaba para realizar riegos de auxilio. La humedad conservada así permitía buenos rendimientos, Wester *et. al.*, "From Haulf-Full" (2009), p. 79,

⁵⁴ AHGEG, Tercer Departamento, 3.50, 6, 6 de abril de 1949, ingeniero Luis Alonso Trejo al subsecretario de Agricultura Jesús Merino Fernández al ingeniero Luis Alonso Trejo,

así como también por el efecto de una urbanización que tomó impulso en los años 40⁵⁵. Por otro lado, el gobierno federal y los gobiernos estatales tuvieron también un papel relevante, ya que en esa década diseñaron incentivos a la producción de cultivos comerciales en forma de créditos y subsidios para aumentarla. Una de esas políticas fue resultado de los acuerdos de cooperación con los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial, los planes de movilización agrícola, cuyo objetivo era producir materias primas necesarias para la industria de guerra norteamericana⁵⁶. Otra de ellas fue la de intensificación del cultivo del maíz en 1944, que respondía a la intensa sequía experimentada en el centro y norte del país un año antes, así como a su desplazamiento por cultivos comerciales.⁵⁷

Las condiciones ambientales fueron determinantes de cambios agrícolas y energéticos. La sequía que se experimentó por esos años en el Bajío fue intensa y prolongada. Entre 1943 y 1957 varios fueron los ciclos agrícolas en los que la lámina pluvial fue menor al promedio (650 a 800 milímetros), así como irregular en su distribución: por su efecto continuado se trató, quizá, de la peor sequía en el siglo XX. Ante tal situación, desde 1944 la política de intensificación de la agricultura de granos alimentarios se instrumentó, alentando la ampliación de la superficie de cultivo, la mecanización y la irrigación. En cuanto a la irrigación por esos años finalizó la construcción del Canal de Salamanca y estaba en proceso la presa Solís, que fue inaugurada en 1949.⁵⁸ Este canal de Salamanca (en operación en 1947) no fue una respuesta para los agricultores de otras poblaciones, usuarios de las aguas del Lerma, el Laja o el Turbio. Dichos usuarios, ante la reducción de la lámina por el reparto agrario y de los niveles de los ríos por el impacto de la sequía, acudieron al empleo de bombas para extraer mayores volúmenes del agua que corría en ellos. Esta primera opción tecnológica de hecho ya era empleada desde los años 20 y 30, aunque su escala no fue significativa al ser asequible solo para los agricultores cuyas propiedades o posesiones estuvieran cerca de las márgenes⁵⁹. Pero, al continuar la sequía en los ciclos agrícolas 1945-46 y 1947-48, el problema de la irrigación viró hacia soluciones distintas relacionadas con el bombeo, caso de los alumbramientos de aguas subterráneas.

⁵⁵ Garza, "El carácter", p. 46,

⁵⁶ *Plan de Movilización agrícola* (1945), p. 3-4

⁵⁷ AGHEG, Tercer Departamento, Guanajuato, 3.50, 60, 22 de abril, 1944

⁵⁸ AGHEG, Tercer Departamento, Guanajuato, 3.50, 60, 22 de abril, 1944

⁵⁹ AGHEG, Tercer Departamento, Cuerámaro, 3.43, 1, 2 de junio de 1943.

El uso intensivo de los alumbramientos de agua subterránea en el Bajío y la demanda eléctrica, 1947-1960: El efecto continuado de las sequías coadyuvó a agravar la carencia de humedad en el suelo del Bajío y con ello pérdidas cada vez mayores en los cultivos. En tal escenario, desde 1946 asociaciones de agricultores y ejidatarios (La Liga de Comunidades y Sindicatos Agrarios de Guanajuato) iniciaron peticiones para que el gobierno diera solución al problema de la escasez de agua para riego. Una de las propuestas apoyaba la idea de que el gobierno comprara un equipo para realizar las perforaciones y que financiara los estudios técnicos para localizar los mantos freáticos⁶⁰. Dicha propuesta era respaldada por ingenieros de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, que para esas fechas estaban convencidos de que la afectación del reparto agrario a los sistemas hidráulicos de las haciendas no solo debía repararse, sino que también debían buscarse alternativas para enfrentar el aumento en la demanda del líquido. Y, ante la sequía, ir al subsuelo era percibido como la opción más viable, una que ya había sido probada en otras partes del país, caso de la Laguna.⁶¹

El gobierno del estado de Guanajuato adquirió en 1946 dos perforadoras, con las cuales inició una campaña en cooperación con los agricultores para construir pozos e instalar equipos de bombeo para extraer agua subterránea. El gobierno federal aportaría un 50%, el gobierno estatal y los beneficiarios el restante a partes iguales. La actividad desde ahí y hasta 1954 fue incesante; solo las primeras señales de abatimiento de los pozos en el occidente del Bajío, en León y Silao, y con ello las primeras vedas, detuvieron su paso acelerado. Con las sequías de los ciclos agrícolas 1946-1947, 1949-1950, 1950-1951, 1952-1953, 1954-1955 y 1956-1957, las peticiones para hacer alumbramientos llegaban de manera constante a las oficinas del gobierno estatal. La gran mayoría no provenía de agricultores de bajos recursos, sino de aquellos que disponían de capital para erogar casi 12 mil pesos que era la cuarta parte del valor total de cada alumbramiento⁶². Esto en el mejor de los casos. Con dos perforadoras operando bajo el sistema de cooperación y con uno o dos geólogos de la SRH haciendo estudios técnicos, muchos agricultores optaron por contratar empresas privadas para realizar las tareas y construir pozos. El precio así se volvía rentable solo en

⁶⁰ AGHEG, Tercer Departamento, Irapuato, 3.43, 1, 24 de mayo; y del mismo ramo, Valle de Santiago, 1, 24 de mayo, oficio del Senador Gabriel Leyva dirigente de la Liga de Comunidades Agrarias al gobernador de Guanajuato.

⁶¹ AHGEG, Tercer Departamento, 3.50, 6, 6 de abril de 1949, ingeniero Luis Alonso Trejo al subsecretario de Agricultura Jesús Merino Fernández al ingeniero Luis Alonso Trejo.

⁶² AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Guanajuato, 2, 11 de febrero de 1948,

función de la escala: grandes y pequeños propietarios que practicaban una agricultura comercial en localidades como Celaya, Irapuato, Acámbaro o Valle de Santiago.⁶³

Así, en unos cuantos años, el agua subterránea proveía ya el 69% del volumen de agua para riego en localidades como Celaya, Cortázar y Apaseo. Para el Bajío en general se calculaba que un 50% de la superficie irrigada (60 000 hectáreas) se cultivaba bajo riego mecánico, la restante por agua rodada. Este último medio de irrigación se concentraba aún más en los agricultores privados que en los ejidatarios: 73% y 63% respectivamente. Esta concentración tenía que ver con la disponibilidad de recursos y el valor de la producción: el riego por bombeo se concentraba más en aquellos cultivos comerciales con mayor valor en el mercado, lo que se debía a que era una solución tecnológica cara, consecuencia del alto valor del capital fijo (45 mil pesos) y del incremento en el principal costo variable, la electricidad⁶⁴. El valor de este insumo iba de un 31% y hasta un 82% de los costos variables de los agricultores que la empleaban, dependiendo esto de los años de abundancia o de escasez en los temporales, pues la mayor parte de la energía se generaba por medios hidroeléctricos.⁶⁵

La estrecha relación entre hidroelectricidad y oferta eléctrica devino problemática en un escenario de escasez recurrente de agua. Al respecto, las luces de alarma se encendieron en 1947. En ese año, la Presa Tepuxtepec, cuya principal función era la generación de energía eléctrica, tenía solo el 57.9% de su capacidad. A lo anterior se debe agregar que la mayor parte de esa energía estaba destinada al consumo urbano (en particular de la ciudad de México), por lo que su operación tenía ritmos de acuerdo a ello: mayor generación durante el día y menor por la noche. En cambio, para la agricultura la demanda alta era estacional pero continua, día y noche. Todo lo anterior incidía en interrupciones en el servicio para las actividades agrícolas, escasez y precios al alza durante la época de mayor demanda, esto es durante el invierno para el cultivo del trigo, en los meses de abril y mayo para las siembras tempranas de maíz y en septiembre para los riegos de auxilio de este último cultivo.⁶⁶

Para resolver el problema de la insuficiencia en la oferta, la Compañía Hidroeléctrica Guanajuatense estableció una planta de generación térmica en Celaya en 1946, con capacidad instalada de 9000 kw, así como otras tres en San Luis Potosí de 13 500 kw cada una, dentro del

⁶³ AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Guanajuato, 1, 23 de enero de 1948

⁶⁴ AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Apaseo, 3, 14 de octubre de 1950; Castillo, "La Economía", pp. 58-59.

⁶⁵ Castillo, "La Economía", p. 36.

⁶⁶ AGHEG, Tercer Departamento, Salvatierra, 3.43, 1, 28 de marzo 1946

sistema interconectado donde también participaban otras empresas, como la Guanajuato Power and Electric Company, The Michoacán Power Company, la Mexican Light and Power y la Compañía Eléctrica Queretana. Respecto a la planta térmica de Celaya no sorprende su instalación puesto que su capacidad de generación teórica era de 32,4 gigawatts-hora, que llenaría una demanda de energía para bombeo que Carlos Castillo situó en 1954 en 36.6 gigawatts-hora⁶⁷, lo que permite comprobar dos cosas: 1) que los alumbramientos se incrementaban rápidamente, 2) que las plantas térmicas se colocaron para satisfacer, en parte, una creciente demanda agrícola de energía. Sin embargo, esto por sí solo no indicaría que la demanda quedaría satisfecha, puesto que el factor de planta era de 44.2, lo que implicaría una generación real de alrededor de 14,2 gigawatts-hora, lo que implicaría restricciones e interrupciones del servicio.

Pero, el establecimiento de esas plantas provocó un cambio en la composición de la generación de energía eléctrica en el Bajío: mientras en 1945 la energía generada por medios térmicos componía 15% del total, para 1949 su participación ya se había elevado a 40%. Es decir, esta última había aumentado de 3,375 kwh a 9,000 kwh, partiendo del supuesto de una oferta hidroeléctrica estática en ese periodo de 22,500 kwh. Tomando estos datos se puede plantear un **incremento en la demanda de 166% en solo 4 años**, lo que explica la dimensión del problema que se experimentaba en la agricultura abajeña. El aumento en la generación por medios térmicos es el que originaba los precios al alza, pues en principio los costos de ese tipo de plantas eran mayores, al utilizar diésel como materia prima. Luego, a decir del Director General de Electricidad de la Secretaría de Economía, el costo del diésel se estaba elevando rápidamente, pues había pasado de 41 pesos el metro cúbico en 1945 a 85 pesos en 1949 (4.1 a 8.5 centavos el litro), es decir un incremento de 107%.⁶⁸ En suma, **el crecimiento de la energía térmica fue la respuesta para disminuir la dependencia de la demanda de energía de la generación hidroeléctrica.**

Sin embargo, sus altos costos significaban una desventaja para sus usuarios respecto de aquellos que empleaban agua rodada, pues mientras la hectárea regada con riego mecánico costaba 15 pesos, el costo se elevaba a 85 pesos⁶⁹. Asimismo, las plantas térmicas no satisfacían la demanda en su totalidad. Por lo anterior, organizaciones de agricultores abajeños pronto elevaron sus quejas a la gubernatura del estado, a la Secretaría de Economía, a la de Agricultura y

⁶⁷ Castillo, "La Economía", p. 58.

⁶⁸ Vilar, "Desarrollo", p. 649

⁶⁹ AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 3716, Expediente 58464, 19 de julio de 1949, foja 7.

Ganadería, y a la de Recursos Hidráulicos.⁷⁰ Para los agricultores de Silao, la solución al problema del desabasto radicaba en la construcción de nuevas presas (proyecto de la presa Chichimequillas) y la instalación de tres unidades de 4000 kilowatts (14.4 gigawatts-hora) en la Presa Solís (con un rendimiento probable de 6000 kw, 21.6 gigawatts-hora), comprometiendo el agua de la misma para la actividad agrícola: generación de energía y riego. Mientras eso ocurría, los agricultores silaonenses pedían la instauración de un subsidio resultado de elevar el costo del riego por hectárea bajo agua rodada de 15 pesos a 30 pesos. Los actores locales señalaban que estas soluciones eran urgentes pues de lo contrario la agricultura de Silao y del Bajío en general entraría en crisis por sus desventajosas condiciones de competencia, frente a los usuarios del agua rodada de los sistemas de riego que estaban por abrirse en el norte de México, caso del Yaqui, El Palmito o Valsequillo⁷¹. Sin embargo, el subsidio no llegó. Esto en buena medida por la oposición de Adolfo Orive Alba, Secretario de Recursos Hidráulicos, quien argumentaba el “desequilibrio económico de la región” que ello conllevaría, puesto que el subsidio daría ventaja competitiva a los usuarios de riego mecánico, elevando los precios, lo que “iría en contra de la tendencia imperante de reducir el costo de la vida”. Orive finalizaba diciendo que eran las asociaciones las que debían organizarse para obtener créditos y financiar, en cooperación con la federación, las plantas hidroeléctricas que demandaban para la Presa Solís. Por otro lado, la presa Tepuxtepec, otra posible solución, estaba interconectada con otras plantas para abastecer a la ciudad de México, por lo que cualquier modificación “requeriría cambios que llevarían tiempo”⁷². La solución térmica en la generación de energía y sus altos costos continuaron en la década de 1950.

⁷⁰ AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Pénjamo, 1, 1 de febrero de 1950. Una de ellas, la Asociación de Agricultores de Silao fue la que más activa estuvo en las gestiones para encontrar solución a un problema que se tornaba cada vez más grave. En sucesivas correspondencias su presidente, Ramón Chagoyán, manifestaba su preocupación ya que el riego mecánico tenía costos prohibitivos para un “núcleo mayoritario de la población agraria”, razón por la que de 25 000 hectáreas posibles en Silao solo 10 000 estaban cultivadas e iban a ser cosechadas por la sequía. Según él, buena parte de esos costos prohibitivos radicaba en el precio de la energía, argumento que llevaba agua a su molino, pues como se advirtió arriba la inversión en capital fijo era onerosa. Además, agravando lo anterior, quienes podían usar el agua subterránea tenían restringido el suministro de energía eléctrica. Las bombas que utilizaban tenían capacidad de 25, 40 o 60 HP, pero la Guanajuato Power and Electric Company solo proporcionaba en noviembre de 1947 tres caballos de fuerza por propietario. Esto es, trabajaban al 12%, 7.5% o 5% de su capacidad. Es posible que esta afirmación de Chagoyán sea exagerada, pues a 5% no sería rentable ni siquiera encender una bomba para extracción. Sin embargo, la subutilización de las bombas por falta de energía sí tenía lugar y era un problema no menor. Ya Carlos Castillo en 1954 refería la subutilización por la falta de un flujo de electricidad adecuado, ver: Castillo,

⁷¹ AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Silao, 5, 22 de noviembre 1946,

⁷² AGHEG, Tercer Departamento, 3.43, Salamanca, 1, 10 de febrero,

El financiamiento de la generación de energía: los créditos del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y la energía térmica 1948-1960.

El caso que se abordó arriba debe entenderse en el marco de **un déficit en la oferta eléctrica en el país que se habría manifestado desde 1943, así como de una paulatina disminución en la participación de la energía hidroeléctrica en el consumo energético en México, ante el avance no solo de la energía térmica, también del petróleo y sus derivados**⁷³. A decir de Miguel Wionczek fue la ley de 1939, que establecía nuevos impuestos y limitaba los márgenes de ganancia de las empresas del ramo, la causa por la que las principales empresas del ramo, propiedad de inversionistas extranjeros, no prosiguieron con sus proyectos de aumentar la capacidad de generación, transformación y distribución de electricidad. Es por ello que, aunado al incremento de la demanda, para 1945 el déficit era no solo evidente sino creciente.⁷⁴

Para subsanarlo, el gobierno mexicano y la paraestatal Comisión Federal de Electricidad (creada en 1933) pidieron en 1948, a través de Nacional Financiera, un crédito al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento por 24 millones de dólares, de los cuales 11.5 eran para la empresa Mexican Light & Power Company, para ampliar la capacidad instalada en 152 000 kw (547,2 gigawatts-hora), lo que pone en evidencia que la tesis de Wionczek no era del todo cierta. Lo que al parecer ocurrió fue que, en alguna medida, a partir de 1947 la preferencia del gobierno mexicano por esa empresa (propiedad de la Canadian General Finance Company y American and Foreign Power Company, subsidiaria a su vez de la Société Internationale d'Énergie Hydroélectrique) fue evidente, lo que se debía en parte a su participación en el mercado eléctrico de la ciudad de México⁷⁵. De hecho, producto de los créditos del BIRF, garantizados por el gobierno federal, Mexican Light absorbió a otras empresas oferentes en el Bajío, caso de Guanajuato Power and Electric Company, Michoacán Power Company, Compañía Hidroeléctrica Mexicana, y la Compañía Hidroeléctrica Queretana, conformando Compañía Eléctrica Mexicana del Centro en 1957⁷⁶. Por otra parte, una división del trabajo se implantó en la década de 1950, pues ante el fuerte crecimiento de la capacidad de planta de la Comisión Federal de Electricidad, la paraestatal se convirtió en la principal generadora de energía eléctrica, vendiendo su producción a

⁷³ BIRF, "Appraisal", pp. 8-19

⁷⁴ Wionczek, "The State" (1965), p. 543.

⁷⁵ BIRF, "Appraisal", pp. 8-19

⁷⁶ AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 4140, expediente 56169, pp. 1-6.

empresas como Mexican Light y American and Foreign Power Company para su distribución.⁷⁷ (cuadro)

La petición realizada por NAFINSA al BIRF, así como la composición del crédito permiten entender que lo que sucedía en el Bajío pasaba también en otras regiones agrícolas, como en el Yaqui en Sonora, en La Laguna y en el valle de Juárez. En el reporte se advierte la creciente demanda de energía por la industria, el consumo urbano, la minería y la agricultura. Según éste, para 1947, el 54% de la capacidad instalada era hidroeléctrica y 46% térmica (27% de vapor y 19% de combustión interna, mediante el empleo de combustible). A pesar de constituir la mayor proporción de la energía producida, la hidroeléctrica apenas explotaba el 6% del potencial nacional. Sin embargo, la escala de las inversiones y la necesidad de estudios técnicos hacían pensar que su desarrollo sería a largo plazo. Por otro lado, la sequía y la reducción de los niveles en ríos y lagos obstaculizaban el aumentar en el corto plazo la capacidad de generación por ese medio.⁷⁸

Por lo anterior, el proyecto de crédito planteaba con relación a la agricultura la inversión en la construcción de plantas térmicas en las tres regiones agrícolas mencionadas, donde se cultivaban productos como algodón, tomate, arroz, trigo, entre otros, para su exportación o para el consumo interno. Si se toma en cuenta el porcentaje de energía que demandaba la agricultura en cada región, la del Valle de Juárez tendría un 59% del total, seguida por el valle del Yaqui con 40% y La Laguna con 23%.⁷⁹

⁷⁷ Mediante los créditos del BIRF, la CFE comenzó la construcción de plantas de generación en los sistemas deficitarios de la American and Foreign Power Company (que ya para 1957 se denominaba Impulsora de Empresas Eléctricas S.A. y la Mexican Light and Power, (A partir de 1957 Compañía Eléctrica Mexicana). El importante crecimiento en la capacidad de planta y en la generación de la CFE estableció una dependencia cada vez mayor de las empresas privadas de la producción de la paraestatal, lo que parece fue la vía para la centralización y posterior nacionalización. Vilar, "Desarrollo", p. 651

⁷⁸ BIRF, "Appraisal", pp. 8-19.

⁷⁹ En el Yaqui se construirían dos plantas térmicas: Guaymas, con 25 000 kw de capacidad instalada y 90 gigawatts-hora de generación teórica, Ciudad Obregón con 15 000 kw y 54 gigawatts-hora y La Laguna con 12 500 kw de capacidad instalado y 45 gigawatts-hora. En las tres regiones donde se construirían dichas plantas el riego por bombeo había mostrado un crecimiento importante. En el caso de La Laguna, el impacto del reparto agrario, el agua de cultivos comerciales de exportación como el algodón, así como su eficacia ante episodios de sequía en los años treinta, habían motivado un movimiento previo de importancia en el empleo de esa tecnología, lo que tuvo como consecuencia la construcción en esa década de plantas térmicas para la generación por vapor de energía eléctrica BIRF, "Appraisal", pp. 8-19. La capacidad de generación se calculó con base en un factor de planta de 100.

En el caso del Bajío la expansión del riego por bombeo coincidió con factores semejantes a las regiones aludidas en el informe del BIRF: reducción de la lámina de agua para riego por la reforma agraria que luego devino escasez con la sequía, expansión del riego por bombeo, aumento de la demanda nacional e internacional de productos agrícolas, incremento en la demanda de agua por la creciente urbanización. Y, como se advirtió arriba, también se recurrió a la energía térmica con la construcción de la planta de Celaya y dos más en San Luis, como parte del sistema interconectado. Sin embargo, llama la atención de que, si bien por un lado el gobierno federal y el estatal de Guanajuato planteaban políticas y planes para modernizar la agricultura del Bajío y revivir sus mejores años como granero de México, por otro los créditos de inversión para la ampliación de la capacidad de generación, transformación y distribución de energía se pensarán para regiones más activos y rentables: el valle del Yaqui, el valle de Juárez y La Laguna. Había sin embargo un fuerte argumento para ello, el algodón, que se cultivaba de manera intensiva en aquellas regiones norteñas y que fue durante las décadas de 1940 y 1950 el principal producto agrícola de exportación, fuente de divisas para la industrialización. El Bajío competía por crédito e infraestructura en generación de energía con otras regiones agrícolas e industriales del país, y habría que explorar, para comprender mejor esta dinámica competitiva, la dinámica y condicionantes de esta competencia.

Lo cierto fue que las peticiones de las Asociaciones de Agricultores de Silao y del Bajío no tuvieron repercusiones a corto plazo, pues los proyectos de presas con generadores hidroeléctricos que acompañaran a la Solís, Chichimequillas o “La Begoña” en el río La Laja, tuvieron que esperar hasta la década de 1960 para entrar en operación, ya en épocas de la nacionalización de la industria eléctrica y su centralización en la Comisión Federal de Electricidad. Esta ausencia de proyectos a corto plazo para el Bajío en la década de 1950 se explicaba, a decir de los ingenieros de la Comisión del Lerma, por las reducidas posibilidades de explotación hidroeléctrica del Lerma en el Bajío, debido a los factores ya señalados arriba. Por ello, los estudios técnicos se concentraban en el río Santiago (continuación del Lerma tras su salida del lago de Chapala), corriente con extracciones menores y cuyas caídas de agua podrían ser aprovechadas para generar energía que eventualmente solucionaría el déficit de energía en regiones agrícolas del estado de Jalisco, el Bajío y otros estados vecinos⁸⁰. Por otro lado, las décadas de 1940 y 1950 fueron escenario del avance de otros insumos para producir energía térmica: gas natural, petróleo

⁸⁰ AGHEG, Tercer Departamento, 3,43, 1, 16 de febrero de 1952, Comisión del Sistema Lerma-Chapala-Santiago, Reunión del 1 de abril de 1952

y sus derivados, debido a innovaciones que permitieron una mayor eficiencia en su combustión y transformación⁸¹. En este asunto, sin embargo, y al menos para el Bajío, el insuficiente abastecimiento de combustibles, el aumento de su precio y el limitado factor de planta redujeron los beneficios de la energía térmica al elevar los costos⁸². Costos que, por otro lado, se habrían reflejado en los precios de los productos agrícolas alimentarios, lo que pretendía evitar el Secretario de Recursos Hidráulicos al negar el subsidio a los agricultores sinaloenses.

¿Fueron los precios relativos de la energía ventajosos para las regiones norteñas en el mercado nacional, tal como lo preveían los agricultores sinaloenses? Es posible que durante la década de 1940 y 1950 fuera así, si se toman en cuenta las inversiones y la escala resultante de la concentración de potencia de planta y capacidad de generación en El Yaqui, valle de Juárez y La Laguna; esta hipótesis se tendría que demostrar con nuevas investigaciones. No obstante, algunos indicios permiten avanzar un poco. Según una queja de la Asociación de Agricultores del Bajío al secretario de economía Antonio Martínez Baez, en 1949 las empresas que ofrecían el servicio habían llegado a vender hasta en 85 centavos el kilowatt-hora, mientras que para 1962 se vendía en 25 centavos, siendo este último precio el más elevado a nivel nacional, seguido por el de Sonora (en este se encuentra el valle del Yaqui) en 23,8 centavos⁸³. Los datos anteriores apuntan a que en los años finales de la década de 1940 el precio era alto en el Bajío, un 240% mayor que en 1962, pero que disminuyó con las inversiones en ambos tipos de energía, hidroeléctrica y térmica⁸⁴. Pero también, argumenta a favor de la hipótesis que sugiere un precio mayor de la energía para los agricultores del Bajío frente a los de otras zonas del país, lo que repercutiría en mayores costos de producción y precios más altos para los productos agrícolas en que competían con la agricultura norteña, por ejemplo, el trigo o la papa. Sin embargo, insisto, esto requiere mayor investigación.

Por otro lado, esos procesos de aumento de la capacidad de planta y de generación, así como de incremento en la producción de energía térmica, tuvieron lugar en un periodo de interconexión de los sistemas a nivel nacional, de concentración empresarial y de un crecimiento acelerado de la paraestatal Comisión Federal de Electricidad que culminó en la nacionalización de la industria eléctrica en 1960. Entre 1945 y 1960, la CFE aumentó su capacidad instalada de un 5%

⁸¹ Mullen en Stanhill, *Energy and agriculture (1984)*, p. 51

⁸² Ver gráfica

⁸³ AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 4140, expediente 56169, pp. 1-6 y *Estudios*, p. 394.

⁸⁴ *Estudios*, p. 38.

a un 40%, mientras que las principales empresas privadas, Mexican Light y American and Foreign, la redujeron de un 60% a un 33%⁸⁵. En ello los créditos de instituciones financieras internacionales jugaron un papel central. **Con las inversiones, la producción de energía hidroeléctrica se incrementó en términos absolutos, pero en términos relativos disminuyó frente a la energía térmica⁸⁶. A pesar de los costos, la generación y consumo de energía térmica siguió creciendo a nivel nacional y regional, caso del Bajío.** A la sequía siguió la sobre explotación de los acuíferos en León y Celaya, principales regiones agrícolas del Bajío, cuyos primeros síntomas se hicieron evidentes a principios de la década de 1950, lo que se manifestó en pozos cada vez más profundos y bombas cada vez más potentes que demandaban mayores cantidades de energía⁸⁷. Sin embargo, las plantas no trabajaban a toda capacidad por las deficiencias en el suministro eléctrico, resultado del limitado factor de planta que no sobrepasaba el 50%⁸⁸. Altos costos y un abastecimiento ineficiente fueron, al parecer, la tónica en el Bajío en las décadas de 1940 y 1950.

Consideraciones finales

En este estudio hemos presentado notas preliminares de los problemas de fuentes, métodos y escalas de análisis que plantea el estudio de la demanda de energía en el sector agrario de México, siglo XX, en centrado en dos niveles: uno general, y otro regional, el caso del Bajío y la demanda de energéticos para la explotación agrícola entre la década de 1940 y 1950. Se ha conseguido esclarecer, a través de este caso de estudio estrictamente local, las conexiones entre irrigación y energía, quedando abiertas, sin embargo, numerosas preguntas y desafíos al próximo avance de la investigación.

A partir de una reconstrucción elaborada con fuentes de archivos municipales, hemos podido comprobar que en el Bajío mexicano, región agrícola y agroindustrial, hubo una creciente demanda de energías modernas en el periodo estudiado, en particular demanda por energía eléctrica, que enfrentó, según las fuentes examinadas, insuficiencias en la oferta. Un cálculo meramente aproximado estima un incremento del consumo de electricidad en más del 150% en menos de cinco años, entre los agricultores del Bajío. Varios factores estuvieron detrás de este

⁸⁵ Wionczek, "The State" (1965), p. 546, Vilar, "Desarrollo", p. 732

⁸⁶ Ver gráfica 5 en anexo IV.

⁸⁷ AHA, Consultivo Técnico, Caja 273, Expediente 2282.

⁸⁸ Ver cuadro 1 y gráfica en Anexo IV.

incremento: 1) el reparto agrario y su destrucción de la racionalidad previa en la distribución y usos de aguas para irrigación, 2) los procesos de intensificación de la agricultura y diversificación de los cultivos, impulsados por los gobiernos en el marco del Plan Agrícola (Revolución Verde), y 3) más de un lustro de prolongadas sequías que afectaron la actividad agraria en lo general, así como además los mercados de productos agrícolas. A su vez, las nuevas técnicas y métodos de irrigación fueron causa directa del incremento en la demanda de energéticos: el riego por bombeo de aguas subterráneas. El riego por bombeo fue una alternativa de irrigación, frente al déficit de la hidroelectricidad y escasez de agua superficial debido a la sequía, que trajo consigo el aumento de demanda de hidrocarburos y electricidad.

Hemos mostrado que los productores agrícolas del Bajío tuvieron que competir por el acceso a energéticos suficientes y de bajo costo: primero, con los consumidores urbanos del Bajío, y segundo, con los productores agrícolas de otras regiones del país más pujantes, como la región Norte central y Occidental, en donde el cultivo del algodón para la exportación, en plena expansión, y nuevos aprovechamientos agrícolas como los cultivos del jitomate, garbanzo y principalmente trigo y ganado impulsaban con dinamismo la roturación de nuevas tierras, la urbanización y los agronegocios, y por consiguiente, la demanda de energéticos (electricidad, hidroelectricidad, derivados del petróleo y posteriormente energía térmica y gas). Los datos indican que el Bajío perdió la competencia como centro agrícola frente a la región del Norte, más pujante: las limitaciones en la oferta de energéticos podrían haber incidido en la menor capacidad de los agricultores del Bajío para mantenerse como graneros del país. Empero, hacen falta más estudios: habría que estimar qué peso tuvieron las cuestiones energéticas en los desplazamientos y reposicionamientos productivos de las diversas regiones del país, a lo largo del siglo XX.

Las pugnas por el acceso a energía derivaron en protestas de los productores organizados en favor de obras públicas de irrigación y subsidios para los precios de la electricidad, al lado de intentos consistentes por hallar alternativas para resolver las carencias de la oferta de energía eléctrica e hidroeléctrica que suministraban tanto empresas públicas (la Comisión Federal de Electricidad, 1937) como privadas de capital extranjero. En respuesta, las autoridades -locales, estatales y federales- proyectaron grandes obras de infraestructura y gestionaron el financiamiento del Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento. El resultado fue la construcción de tres plantas de generación de energía térmica, que proporcionaron energía para la agricultura del Bajío, aunque con limitaciones e ineficiencia. Como consecuencia del

funcionamiento de estas nuevas plantas de energía térmica, en el Bajío aumentó la demanda de hidrocarburos. Este desplazamiento de la demanda no se pudo trabajar a mayor profundidad, y deberá examinarse con más detenimiento a futuro, lo mismo que el seguimiento de los precios relativos y tarifas de electricidad y combustibles, lo que conducirá también a revisar los archivos de la CFE y de PEMEX.

En suma, puede decirse que en el Bajío mexicano la modernización de la agricultura impuso nuevas necesidades energéticas, que se suplieron en medio de numerosos escollos. Los agricultores fueron flexibles para adaptarse al empleo de diversas fuentes de energía. La irrigación moderna de una agricultura en profunda transformación se sostuvo con electricidad e hidrocarburos. En el Bajío, en plena industrialización, las plantas térmicas se construyeron para suplir carencias del suministro de energía hidroeléctrica, constatando la tendencia observada por una de nuestras principales fuentes, el estudio de Emilio Alanís Patiño arriba citado, que señalaba entre 1941 y 1952 un crecimiento promedio anual de 10,49% de la energía generada por centrales térmicas frente a 4.82% de la energía hidroeléctrica.⁸⁹ Pese a estas breves conclusiones, nos queda, no obstante, una gran tarea por seguir. Las cuestiones que hemos expuesto aquí nos han dejado más preguntas y puntos que examinar a futuro que certezas. Sin embargo, creemos que nuestro estudio, aún en ciernes, puede contribuir a la discusión de los temas y problemas que nos convocan en este Simposio.

ARCHIVOS:

Archivo Histórico del Agua (AHA). Aprovechamientos Superficiales.
Archivo General e Histórico del Estado de Guanajuato (AGHEG). Tercer Departamento.

FUENTES SECUNDARIAS:

Alanís Patiño, Emilio, *La energía en México*, México, Bay gráfica y ediciones S. de R.L., 1954.

Ateneo Nacional Agronómico, *Nueva agronomía. Estudios del campo mexicano*, México, Ediciones Atenagro, 1954.

Bladey, J.R., *Fuel and power in Latin American*, Washington, U. S. Department of commerce, 1931.

⁸⁹ Emilio Alanís Patiño (1954), cuadro 8, p. 42.

Blanco, Gonzalo, *Agriculture in Mexico*, Washington, Pan American Union, 1950.

Castillo, Carlos, “La economía agrícola en la región del Bajío” en *Problemas Agrícolas e Industriales de México*, vol. 8, núm. 3-4, julio-diciembre 1956.

Código Agrario de 1934, artículo 47, Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 1934.

Fernández y Fernández, Ramón, *El trigo en México. Parte IV: El comercio*, Vol. II, México, Banco Nacional de Crédito Agrícola, 1939.

Hertford, Reed, *Sources of change in Mexican agricultural production, 1940-65*, Washington, D.C., Economic Research Service of the United States Department of Agriculture, 1971.

International Bank for Reconstruction and Development, “Appraisal of the Mexican Electric Power Projects”, México, volumen 12, 1948.

McBride, George, “Los sistemas de propiedad rural en México” en *Revista Problemas Agrícolas e Industriales de México*, vol. 3, núm. 3, 1951.

Naciones Unidas, *Estudios sobre la electricidad en América Latina*, Vol. I: Informe y documentos del seminario latinoamericano de energía eléctrica, México D.F., 1962.

Naciones Unidas, *Estudios sobre la electricidad en América Latina*, Vol. II: Documentos del seminario latinoamericano de energía eléctrica, Nueva York, 1964

Newton Simpson, Eyley, *The ejido: Mexico's way out*, Chapel Hill, University of North Carolina, 1937.

Plan de Movilización agrícola de la República Mexicana, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1945.

Secretaría de Industria y Comercio, *Censos agropecuarios. 1. Totales comparativos en 1930, 1940 y 1950. 2. Por entidades y distritos económico agrícolas en 1950*, México, Talleres gráficos de la nación, 1959.

Tannenbaum, Frank, *The Mexican agrarian revolution*, Washington, The Brookings Institutions, 1930

United States State Department, *Energy sources of the World*, Washington, Government Printing Office, 1949.

“Usos de la electricidad en la agricultura e industrias derivadas” en *Revista la irrigación en México. Revista mensual*, Comisión Nacional de Irrigación, junio 1931, vol. 11, núm. 2, y septiembre de 1931, núm. 5

BIBLIOGRAFÍA:

Aboites Aguilar, Luis, *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 1997.

Appendini, Kirsten, *De la milpa a los tortibonos: la reestructuración de la plática alimentaria en México*, México, El Colegio de México-Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas, 2001.

Bairoch, Paul, “Les trois révolutions agricoles du monde développé: rendements et productivité de 1800 à 1985”, en *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 44e année, N. 2, 1989. pp. 317-353.

Belzunza, Valeria, *Construyendo fronteras. Una historia trasnacional del algodón de riego en la frontera entre México y Texas*. México, Universidad Iberoamericana- CIESAS, 2010.

Bertola, Luis y José Antonio Ocampo, *El desarrollo económico de América Latina desde la independencia*, México, Fondo de Cultura Económica, 2013

Bhatia, Ramesh, "Energy demand analysis in developing countries: A review" en *The Energy Journal*, vol. 8, 1987, pp. 1-33.

Boyer, Christopher, *Political Landscapes. Forest, conservation, and community in Mexico*, Durham-London, Duke University Press, 2105.

Boyer, Christopher, "La segunda guerra mundial y la crisis de producción' en los bosques mexicanos", en *HALAC*, vol. II, num. 1, setiembre 2012 – febrero 2013, p. 7-23

Brown, Jonathan C, *Petróleo y Revolución en México*, México, Siglo XXI Editores, 1998.

Brown, Jonathan, and Alan Knight eds. *The Mexican Petroleum Industry in the Twentieth Century*. Austin, Texas University Press, 1992

Bucheli, Marcelo, "Major trends in the historiography of the Latin American oil industry" en *Literature Review*, vol. 84(2) pp. 339-362.

Cáceres, Roberto, "Estrategias energéticas para la agricultura de subsistencia. Estudios de caso: Guatemala" en *Simposio internacional sobre estrategias energéticas para la agricultura de subsistencia*, México, El Colegio de México A.C., 1981.

Cárdenas Sánchez, Enrique, *El largo curso de la economía mexicana. De 1780 a nuestros días*, México, Fondo de Cultura Económica, 2015.

Carmagnani, Marcello y Gustavo Gordillo de Anda (coord.), *Desarrollo rural y cambios productivos en el mundo rural europeo contemporáneo*, México, Fondo de Cultura Económica, Fideicomiso Historia de las Américas, 1998.

Cleveland, Cutler J., "The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990" en *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 55, 1995, pp. 111-121.

Cortes Delgado, Jesús, "Frigoríficos para conservación de manzana en las regiones de Laguna de Sánchez y San José de Boquilla, N.L. Una Evaluación Económica" Tesis de Licenciatura en Economía, Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León, 1976.

Cóseres, Miguel A. "Consumo de energía en la industria azucarera 1970-1983" en *Cuadernos sobre prospectiva energética*, Núm. 6, México, El Colegio de México, 1985.

Crespo, Horacio, *Historia del azúcar en México*, vol. I y II, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Cussó, Xavier, Ramón Garrabou, José Ramón Olarieta y Enric Tello, "Balances energéticos y usos del suelo en la agricultura catalana: una comparación entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX" en *Historia agraria*, núm. 40, diciembre 2006, pp. 471-500.

Dobado González, Rafael y Marrero, Gustavo A. (2004) *Corn market integration in porfirian Mexico*. Documentos de trabajo del Instituto Complutense de Análisis Económico (ICAE); nº 0402, 2004, URL Oficial: <http://eprints.ucm.es/7716>

Escobar Ohmstede, Antonio, Martín Sánchez Rodríguez y Ana Ma. Gutiérrez Rivas (coord.), *Agua y tierra en México, Siglos XIX y XX*, Vol. I y II, México, El Colegio de Michoacán-El Colegio de San Luis, 2008.

Fitzgerald, Deborah, "Exporting American Agriculture: The Rockefeller Foundation in Mexico, 1943-1953" en *Social Studies of Science*, Vol. 16, no. 3, auguste 1986, pp. 457-483;

Frías Sarmiento, Eduardo, *El oro rojo de Sinaloa. El desarrollo de la agricultura del tomate para la exportación, 1920-1956*, México, Universidad de Guadalajara-UCLA Program Mexico-PROFMEX WORLD-Universidad Autónoma de Sinaloa-Casa Juan Pablos, 2008.

Gámez, Moisés (coord.), *Electricidad: recurso estratégico y actividades productivas: proceso de electrificación en el Norte de México. Siglos XIX-XX*, México, El Colegio de San Luis, 2013.

García Martínez, Bernardo, *Las regiones de México. Breviario geográfico e histórico*, México, El Colegio de México A.C., 2008.

Garner, Paul, *British Lions and Mexican Eagles. Business, Politics, and Empire in the Career of Weetman Pearson in Mexico, 1889-1919*, Stanford, Stanford University Press, 2011.

Gifford, R.M., “Energy in different agricultural systems: Renewable and Nonrenewable Sources” en *Energy and Agriculture*, Germany, Springer-Verlag, 1984, pp. 84-112.

Guajardo Soto, Guillermo, *El papel del Instituto Mexicano del Petróleo en el cambio tecnológico de PEMEX: La búsqueda de un margen de maniobra en el subdesarrollo, CA. 1965-1990*, Segundo Congreso Mexicano de Historia Económica, AMHE, 2004.

Gutiérrez, Netzahualcoyotl Luis, “La Revolución Verde y el maíz mexicano: política, ciencia y mercados, 1947-1961”, manuscrito de Seminario I de Tesis de Doctorado en Historia, Centro de Estudios Históricos, 8 de julio de 2014.

Haber, Stephen; N. Maurer y Armando Razo, “When the Law does not Matter: The Rise and Decline of the Mexican Oil Industry”, *The Journal of Economic History*, 2003, Vol. 63, no. 1, pp. 1-32.

Hernández, Lucina, *Historia ambiental de la ganadería en México*, México, Institut de Recherche pour le Développement-Instituto de Ecología, 2001.

Hewit de Alcántara, Cynthia, *La modernización de la agricultura mexicana*, México, Ed. Siglo XXI, 1978.

Jorgenson, Dale W., “The great transition: Energy and economic change” en *The energy journal*, vol. 7, no. 3, julio 1986, pp. 1-13.

Kouri, Emilio, *Un pueblo dividido: comercio, propiedad y comunidad en Papantla*, México, Fondo de Cultura Económica-El Colegio de México, 2013.

Kuntz Ficker, Sandra, *Las exportaciones mexicanas durante la primera globalización. 1870-1929*, México, El Colegio de México, 2010.

Kuntz Ficker, Sandra (coord.), *Historia económica general de México. De la colonia a nuestros días*, México, El Colegio de México-Secretaría de Economía, 2010.

Liehr, Reinhard y Mariano E. Torres Bautista (coord.), *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, México-Madrid, BUAP-Iberoamericana-Bonilla Artigas Editores, 2010.

Lopes, María, y Paolo Riguzzi, “Borders, Trade, and Politics: Exchange between the United States and Mexican Cattle Industries, 1870–1947”, *Hispanic American Historical Review* 92:4, 2012, pp. 603-635.

Mar Rubio, María, César Yáñez, Mauricio Folchi y Alberto Carreras, “Energy as an indicator of modernization in Latin America, 1890–1925”, en *Economic History Review*, 63 (2010), pp.769–804.

McKenzie, Merylyn, *La política y la gestión de la energía rural: La experiencia del Ecuador*, Ecuador, FLACSO-Ecuador, 1994.

Marino, Daniela, “La desamortización de las tierras de los pueblos (Centro de México, Siglo XIX). Balance historiográfico y fuentes para su estudio” en *América Latina en la Historia Económica*, núm. 16, julio-diciembre 2001, pp. 33-43.

Marino, Daniela y María Cecilia Zuleta, “Una visión del campo. Tierra propiedad y tendencias de la producción, 1850-1930” en *Historia económica general de México. De la colonia a nuestros días*, México, El Colegio de México-Secretaría de Economía, 2010, pp. 437-472.

Meyer, Lorenzo, *Las raíces del nacionalismo petrolero en México*, México, Océano, 2009.

Miller, Simón, *Formación de clase y transición agraria en México. De la hacienda al rancho en el bajío, 1840-1985*, México, Universidad Iberoamericana, 1997.

Nickel, Hebert, *Plantaciones de henequén en Yucatán. Sobre el fin de una monocultura agroindustrial en México. Una documentación de ilustraciones*, Alemania, Arnold Bergstraesser Institut, 1995.

Odum, H. T., “Energy analysis oh the environmental role in agriculture” en *Energy and agriculture*, Germany, Springer-Verlag, 1984, pp. 24-51.

Ortega Morel, Javier, “Organización de la compañía de transmisión eléctrica de potencia en el Estado de Hidalgo, 1894-1921” en *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, México-Madrid, BUAP-Iberoamericana-Bonilla Artigas Editores, 2010, pp. 145-162.

Painuly, J.P., Jyoti K. Parikh y D.R. Shah, “Rural energy system and agricultura. Alternative scenarios for Gujarat” en *Economic and Political Weekly*, vol 27, no. 34, 1992, pp. 1801-1809.

Parra, Alma, “Lord Cowdray y la industria eléctrica en México” en *Compañías eléctricas extranjeras en México (1880-1960)*, México-Madrid, BUAP-Iberoamericana-Bonilla Artigas Editores, 2010, pp. 107-144.

Powell, J. Richard, *The Mexican Petroleum Industry, 1938-1950*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press, Publications of the Bureau of Business and Economic Research University of California, 1956.

Pureco Ornelas, Alfredo, *Empresarios Lombardos en Michoacán: La Familia Cusi entre el Porfiriato y la posrevolución. 1884-1938*, México, El Colegio de Michoacán-Instituto Mora, 2010.

Reyes Patiño, Reynaldo de los, *La economía ganadera de Nuevo León: propiedad de la tierra, producción y mercados en la época revolucionaria*, Monterrey, Consejo para la Cultura y las Artes de Nuevo León, 2014.

Reynolds, Clark, *La economía mexicana. Su estructura y crecimiento económico*. México, Fondo de Cultura Económica, 1973.

Riguzzi, Paolo y Francesco Gerali, “Los veneros del emperador. Impulso petrolero global, intereses y política del petróleo en México durante el Segundo Imperio, 1863-1867”, en *Historia Mexicana*, vol. LXV:2, octubre-diciembre de 2015.

Rivas Sada, Eva, "Agua y energía. La gran industria eléctrica del norte central y la gran irrigación en la Comarca Lagunera, 1920-1950", en *Electricidad: Recurso estratégico y actividades productivas. Procesos de electrificación en el Norte de México, siglos XIX y XX*, por Moisés Gámez (coord.), México, El Colegio de San Luis, 2013; pp. 99-199.

Rivas Sada, Eva Luisa, *Cambio tecnológico, dinámica regional y reconversión productiva en el norte de México: la comarca lagunera 1925-1975*. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, 2011; <http://eprints.ucm.es/13788/1/T33106.pdf> (consultado enero 2012).

Rousseau, Isabelle, comp. *¿Hacia la integración de los mercados petroleros en América? México*, El Colegio de México, 2006.

Sánchez Rangel, Óscar, “La transformación de la economía tradicional mexicana. Guanajuato: mutaciones costosas durante la primera mitad del siglo XX”, tesis doctoral en historia, México, El Colegio de México, 2012.

Santiago I., Myrna. *The Ecology Oil. Environment, Labor, and the Mexican Revolution, 1900-1938*, New York, Cambridge University Press, 2006.

Serna, Ana María de la, *Manuel Peláez y la vida rural en la Faja de Oro. Petróleo, revolución y sociedad en el norte de Veracruz, 1910-1928*, México, Instituto Mora, 2008.

Soluri, John, “Tierras, montes y agua: apuntes sobre energía, medio ambiente y justicia en las Américas” en *Revista de Historia*, núm. 59-60, enero-diciembre 2009, pp. 169-184.

Stanhill, Gerald (ed.), *Energy and Agriculture*, Germany, Springer-Verlag, 1984.

Strickler, Paul E., *Liquid petroleum fuel used by farmers in 1959 and related data*, Statistical Bulletin, no. 34, United States of American, U. S. Department of Agriculture, 1964.

Torres Montúfar, Óscar, *La Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros y la administración de Antonio Bermúdez en PEMEX (1949-1958)*, Segundas Jornadas de Historia Económica, AMHE, febrero de 2015.

Uthoff López, Luz María, “La industria del petróleo en México, 1911-1938: Del auge exportador al abastecimiento del mercado interno. Una aproximación a su estudio” en *América Latina en la Historia Económica. Revista de Investigación*, núm. 33, enero-junio 2015, pp. 5-30.

Valladares de la Cruz, Laura R., *Cuando el agua se esfumó. Cambios y continuidades en los usos sociales del agua en Morelos, 1880-1940*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.

Vernon, Raymond, *El dilema del desarrollo Económico de México. Papeles representados por los sectores público y privado*, México D.F., Editorial Diana, 1966.

Vilar, Ernesto, “Problemas de las Tarifas Eléctricas en México” en *Revista de Comercio Exterior*, diciembre 1961, pp. 330-332.

Vitz, Matthew. “‘To Save the Forests’ Power, Narrative, and Environment in Mexico City’s Cooking Fuel Transition”, en *Mexican Studies/Estudios Mexicanos*, 2015, vol. 31, no 1, p. 125-155.

Walsh, Casey, *Building the Borderlands. A Transnational History of Irrigated Cotton along the Mexican Texas Border*. Texas, Texas University Press, College Station, 2008.

Wester Philippus, Eric Mollard, Paula Silva-Ochoa and Sergio Vargas-Velázquez, “From Half-full to Half-empty: the Hydraulic Mission and Water Overexploitation in the Lerma-Chapala Basin, Mexico” in *River Basin Trajectories. Societies, Environments and Development*, London, MPG Books Group, 2009, pp. 75-98.

Wionczek, Miguel, “The roots of the mexican agricultural crisis: water resources development policies (1920-1970)” in *Development and Change*, vol. 13, 1982, pp. 365-399.

Wionczek, Miguel, “The State and the Electric-Power Industry in Mexico, 1895-1965”, in *The Business History Review*, vol. 39, no. 4, Special Latin American Issue, winter 1965, pp. 527-565.

Wionczek, Miguel, *La energía en la transición del sector agrícola de subsistencia*, México, El Colegio de México-Programa de energéticos, 1983.

Woolhouse, H. W., “Genetic engineering to modify energy flow in agriculture” en *Energy and agriculture*, Germany, Springer-Verlag, 1984, pp. 52-83

Yúñez Naude, Antonio, “Las transformaciones del campo y el papel de las políticas públicas: 1929-2008” en *Historia económica general de México. De la colonia a nuestros días*, México, El Colegio de México-Secretaría de Economía, 2010, pp. 729-756.