

**ESTUDIO INTEGRAL DE TARIFAS
ELÉCTRICAS**

**TAREA 4.3 INFORME N° 50:
PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA
EL ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN
DEL COSTO DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LOS COSTOS
TOTALES DE PRODUCCIÓN DE LOS
PRINCIPALES PRODUCTOS
AGRÍCOLAS**

Preparado para:



PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	5
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. METODOLOGÍA E INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	12
3. REVISIÓN DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.....	22
4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS	24
4.1. Selección de Entidades Federativas a analizar.....	24
4.2. Caracterización de las Unidades Agrícolas de Riego	34
4.3. Principales productos agrícolas.....	43
4.4. Costos de producción de principales productos agrícolas.....	48
5. CONCLUSIONES	51

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro 1 Categorías de Tarifas Agrícolas	13
Cuadro 2 Distribución de las Ventas – Categorías 9 y 9 M	25
Cuadro 3 Distribución de las Ventas – Categoría 9 CU y 9 N	25
Cuadro 4 Distribución de las Ventas – Todas las Categorías.....	27
Cuadro 5 Consumo de Energía Eléctrica por Usuario y por Hectárea Cultivada	28
Cuadro 6 Acuíferos Sobreexplotados y Disponibilidad de agua	33
Cuadro 7 Unidades de Producción y Superficie con actividad Agropecuaria y Forestal por Entidad Federativa.....	34
Cuadro 8 Relación Superficie con actividad Agropecuaria y Forestal / Superficie Total	35
Cuadro 9 Régimen de Tenencia de la Tierra por Entidad Federativa.....	36
Cuadro 10 Superficie de Uso Agrícola por Disponibilidad de Agua según Modalidad por Entidad Federativa – continúa en la página siguiente	37
Cuadro 11 Proporción de Unidades de Producción según sistema de Riego Utilizado por Entidad Federativa.....	39
Cuadro 12 Unidades de Producción según Origen del agua para Riego por Entidad Federativa.....	40
Cuadro 13 Distribución del Origen del agua por Entidad Federativa	42
Cuadro 14 Cultivos Principales con Riego – Aguascalientes	43
Cuadro 15 Cultivos Principales con Riego – Baja California	43
Cuadro 16 Cultivos Principales con Riego – Baja California Sur.....	44
Cuadro 17 Cultivos Principales con Riego – Chihuahua	44
Cuadro 18 Cultivos Principales con Riego – Coahuila	44
Cuadro 19 Cultivos Principales con Riego – Colima	45
Cuadro 20 Cultivos Principales con Riego – Durango.....	45
Cuadro 21 Cultivos Principales con Riego – Guanajuato	45
Cuadro 22 Cultivos Principales con Riego – Hidalgo	45
Cuadro 23 Cultivos Principales con Riego – Jalisco	46
Cuadro 24 Cultivos Principales con Riego – Morelos.....	46
Cuadro 25 Cultivos Principales con Riego – Puebla	46
Cuadro 26 Cultivos Principales con Riego – Querétaro	47
Cuadro 27 Cultivos Principales con Riego – Sonora.....	47
Cuadro 28 Cultivos Principales con Riego – Zacatecas	47
Cuadro 29 Categorías Tecnológicas.....	49
Cuadro 30 Costo de Energía Eléctrica / Costo Total	50

Gráfica 1 Distribución en porcentaje de los volúmenes concesionados para usos consuntivos - 2007	14
Gráfica 2 Distritos de Riego en México - 2007	17
Gráfica 3 Diagrama del proceso de riego.....	21
Gráfica 4 Regiones Hidrológico-Administrativas	30
Gráfica 5 Intensidad de los usos consuntivos del agua por municipio, 2007	31
Gráfica 6 Acuíferos sobreexplotados por Región Hidrológica-Administrativa, 2007	31
Gráfica 7 Condiciones de sequía al final de la temporada estival, 2007	32
Gráfica 8 Distribución de la precipitación pluvial anual en México (1971/2000).....	32
Gráfica 9 Entidades Federativas Analizar	34

GLOSARIO

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CRE: Comisión Reguladora de Energía

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

DGEAP: Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros

FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

ha: hectárea

kW: kilo-Watt

kWh: kilo-Watt hora

MWh: Mega-Watt hora

OI: Otoño-Invierno

PRN: Perenne

PV: Primavera-Verano

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

TdR: Términos de Referencia

URDERALES: Unidades de Riego para el Desarrollo Rural

\$ Mx: pesos mexicanos

PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

La metodología y los análisis efectuados en el presente informe forman parte de la Tarea 4 – Análisis de subsidios, la cual consiste en un análisis detallado de los subsidios implícitos en las tarifas eléctricas que se otorgan a los sectores doméstico y agrícola, y en el planteamiento de diversas alternativas para la asignación y canalización de los subsidios a los usuarios de una manera más eficiente.

En particular en el presente informe se presenta una “*metodología para el análisis de la participación del costo de la energía eléctrica en los costos totales de producción de los principales productos agrícolas, con base en el Censo Agropecuario y en las estadísticas comerciales.*” Los TdR plantean que el análisis “...deberá considerar una estratificación basada en la combinación de al menos tres criterios: tipo de cultivo, tipo de productor y sistema de bombeo de agua.” Este informe presenta la metodología para analizar la participación del costo de la energía eléctrica en los costos totales de producción de los principales productos agrícolas y realizar la correspondiente evaluación.

Es importante destacar que la información disponible a efecto de realizar el análisis de la incidencia de los costos de la energía eléctrica para riego agrícola en los costos totales de producción es limitada. El análisis de la información realizado por el consultor permitió determinar, luego de un detallado estudio de los datos publicados por el INEGI en el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal realizado en el año 2007, que dicho documento no cuenta con la información básica necesaria para construir una base de datos que contenga un conjunto mínimo de variables que permitan realizar el estudio en los términos especificados en los TdR. En efecto, los mismos expresan que el análisis deberá considerar una estratificación basada en tres criterios: tipo de cultivo, tipo de productor y sistema de bombeo de agua. En cuanto al primer criterio, tipo de cultivo, la información disponible permitió realizar el análisis con base en dicha estratificación. De esta manera, se determinaron los principales productos agrícolas que requieren aplicación de riego para su

producción y en los cuales es necesaria la extracción de agua por bombeo, siendo éstos los cultivos para los cuales el sector agrícola demanda energía eléctrica en forma más intensiva en relación al resto de su producción. Por el contrario, en el caso del segundo criterio, tipo de productor, no se cuenta con la información necesaria para realizar esta estratificación. Por último, el tercer criterio consiste en estratificar por sistema de bombeo de agua, para lo cual fue posible realizar la desagregación combinando información del Censo Agropecuario, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).

INFORMACIÓN UTILIZADA

El informe presenta una evaluación de la incidencia del costo de la energía eléctrica en los costos de producción de los principales productor agrícolas, la cual ha podido llevarse a cabo complementando la información del Censo Agropecuario con otra información recogida por el Consultor, proveniente de organismos gubernamentales de México, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Censo Agropecuario 2007, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el cual permitió caracterizar la actividad agrícola de las entidades federativas y la cantidad de unidades de riego.
- Informe elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA): “Estadísticas del Agua en México – Edición 2008”, el cual contiene información respecto a la disponibilidad de agua por origen de la misma y la existencia de acuíferos sobreexplotados.
- Monitor Agroeconómico elaborado por la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, dependiente de la SAGARPA. La información contenida en el Monitor Agroeconómico se refiere a los principales cultivos por disponibilidad de agua por entidad federativa según modalidad, riego y temporal.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), dependiente de SAGARPA que elabora la estructura de costos agrícolas por tipo de cultivo y entidad federativa, y presenta información sobre la necesidad de aplicación de riego.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), constituidos por el Gobierno Federal en el Banco de México, cuyo objetivo es otorgar crédito, garantías, capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología a los sectores agropecuario, rural y pesquero del país, así como operar como banca de segundo

piso, con patrimonio propio y colocando sus recursos a través de bancos y otros Intermediarios Financieros. FIRA elabora información sectorial de rentabilidad y costos.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Dada las diferencias geográficas y climáticas, la disponibilidad de agua de temporal (de lluvias) varía por región, de manera que el consumo de energía eléctrica para bombeo de agua para riego agrícola es mayor en ciertos Estados de México. Estas diferencias regionales exigen que el análisis se realice para los costos de los cultivos de las entidades federativas intensivas en bombeo de agua para riego.

1) Para determinar las entidades federativas objeto de este estudio, se analizaron tres indicadores: el consumo total de energía eléctrica, el consumo por usuario y el consumo por hectárea cultivada. Para complementar y sustentar la selección, se analizaron también diversos aspectos relacionados con el recurso agua: los usos consuntivos del agua, los acuíferos sobreexplotados, las condiciones de sequía y la distribución de las precipitaciones anuales en México.

2) Una vez seleccionadas las entidades federativas objeto del estudio, se caracterizó a las mismas de acuerdo a su actividad agrícola, la cantidad de unidades de riego y la disponibilidad de agua de temporal, superficial, subterránea y la existencia de acuíferos sobreexplotados. Este análisis buscó reflejar la problemática regional relacionada con la eficiencia en el uso de la energía eléctrica y el agua para riego agrícola, ya que este sector registra el mayor uso consuntivo del agua con el 77% del volumen concesionado.

3) Posteriormente se realizó el análisis de la incidencia de los costos de la energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola.

4) También se realizó una revisión de la experiencia internacional en la aplicación de subsidios en tarifas eléctricas para riego agrícola. En particular se analizaron los casos de dos estados de la India (Punjab y Gujarat), de los cuales fue posible extraer conclusiones que en alguna medida pueden extrapolarse al caso de México.

En Punjab las similitudes con el caso de México son el criterio de universalidad en la política de subsidios (todos los productores califican para recibir el subsidio, sin importar el tamaño y la necesidad económica del mismo) y la regresividad de los mismos. El estudio reflejó la existencia de importantes disparidades en el flujo de subsidios entre regiones con distintos niveles de desarrollo. Mientras que los grandes y medianos productores son los que reciben

la mayor parte de los subsidios, los pequeños campesinos, especialmente de las áreas menos desarrolladas, quedan excluidos.

En Gujarat, uno de los estados más industrializados de la India, el criterio es diferente: se subsidia a los productores agrícolas mediante una estructura cruzada de subsidios, recayendo en el sector industrial el financiamiento de la misma. El nivel de subsidios a los productores impacta en el consumo de electricidad, que es elevado, lo que se ve reflejado en la disminución del agua disponible, comprometiendo no solo la agricultura como actividad productiva, sino también el medio ambiente y la supervivencia humana. En este caso, destaca la similitud con el caso mexicano, en el cual también es posible identificar una relación entre los subsidios en tarifas eléctricas para riego agrícola y la sobreexplotación de los acuíferos, implicando que la sustentabilidad de esquema de subsidios debe considerar un punto de vista ambiental.

Los resultados del estudio en Gujarat sugieren que la electricidad menos costosa es consumida principalmente por productores con mayores ingresos y que venden el agua a los productores pequeños. La estructura de subsidios es regresiva en su naturaleza, beneficiando a los productores competitivos y con menores necesidades de ayuda financiera. En el caso de México, tal como destacan los resultados presentados en el Informe N° 48, son los grandes productores, con grandes consumos de energía eléctrica, quienes se benefician del subsidio, indicando también un esquema regresivo.

CONCLUSIONES

Sin perjuicio de la falta de información específica para el presente análisis requerido en los TdR, las estimaciones permiten extraer algunas conclusiones preliminares, en el sentido de que las mismas deberían ser ratificadas cuando se cuente con mejores datos.

INCIDENCIA DE LOS COSTOS DE LA ELECTRICIDAD EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se observa que el subsidio actualmente existente en las tarifas de riego agrícola ha permitido mantener la participación de los costos de energía eléctrica en el costo total de producción de los principales productos agrícolas en niveles relativamente bajos. En efecto, la participación de los costos de la electricidad en los costos totales de producción agrícolas se mantiene en un promedio de 4.5%.

LA RELACIÓN TARIFAS ELÉCTRICAS – USO DEL AGUA

Una conclusión importante surgida del análisis efectuado es que el problema de subsidios en las tarifas de riego agrícola es esencialmente un problema de administración del agua ya

que la demanda de electricidad es una demanda derivada. Según información publicada por la Comisión Nacional del Agua de México, los acuíferos más importantes del país están sobreexplotados. Las tarifas eléctricas para bombeo agrícola fuertemente subsidiadas y el hecho de que el sector agrícola mexicano no paga derechos por el consumo de agua para riego, produce una combinación que induce al desperdicio y al manejo ineficiente del agua en el sector.

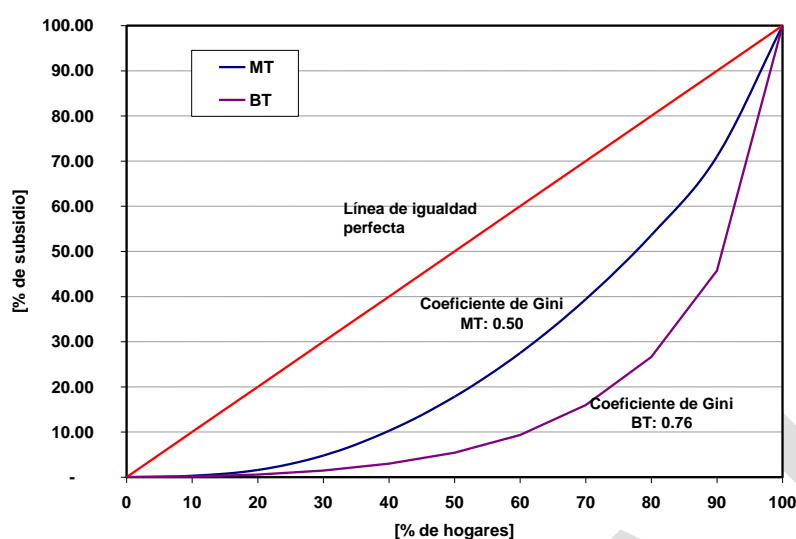
Los factores que influyen en la determinación de la relación entre electricidad requerida y el tipo de cultivo son diversos, y su análisis requiere entender la relación: electricidad-agua-cultivo. En efecto, el principal problema es la sustentabilidad, no solamente de la actividad agrícola, sino de la economía en general y el bienestar de las comunidades en zonas con escasez de agua.

LA REGRESIVIDAD DE LOS SUBSIDIOS

Finalmente, interesa mencionar que el análisis de la incidencia distributiva de los subsidios en tarifas de riego agrícola (cuyos resultados se exponen detalladamente en el *Informe N° 48 – Análisis del esquema vigente de subsidios y estimación de los niveles absolutos y relativos de subsidios otorgados*) permitió concluir que los subsidios unitarios a usuarios de tarifas de riego agrícola se incrementan por deciles de consumo. En términos de consumo, los subsidios de riego agrícola son muy regresivos: en MT, el 30% de los usuarios de menores consumos perciben sólo el 4.8% de los subsidios en tarifas de riego agrícola de MT, mientras el 30% de los usuarios de mayores consumos perciben algo más del 60%. En BT la diferencia es aún mayor: mientras los tres primeros deciles reciben el 1.5% de los subsidios en BT, los tres últimos deciles reciben más del 80%. La tarifa 9 en BT aparece como la más regresiva: el 30% de los usuarios de mayores consumos perciben más del 92% de los subsidios de dicha tarifa.

En la gráfica siguiente se presenta la curva de Lorenz, la cual muestra gráficamente la distribución relativa de los subsidios de riego agrícola en MT y BT entre los usuarios de dichas tarifas.

USUARIOS RIEGO AGRÍCOLA: CURVA DE LORENZ Y COEFICIENTE DE GINI



Fuente: Elaboración de MEC (ver Informe N° 48, MEC).

Si el subsidio estuviera distribuido de manera perfectamente equitativa, la curva coincidiría con la línea de 45 grados que pasa por el origen (la línea de igualdad perfecta).

El coeficiente de Gini mide la desigualdad de los subsidios de riego agrícola. Este es un número entre 0 y 1, en donde 0 se corresponde con la perfecta igualdad y 1 se corresponde con la perfecta desigualdad. En la gráfica se observa que los subsidios en BT son más regresivos que los subsidios en MT, en términos de consumo.

En este contexto, es posible relacionar esto con los resultados de algunos esquemas vigentes en India, en los cuales la estructura de subsidios provoca una distribución asimétrica de los subsidios, que es regresiva en su naturaleza, beneficiando a los productores competitivos y con menores necesidades de ayuda financiera en la obtención de sus recursos de producción, en este caso el agua para riego. En muchos casos, los pequeños productores no tienen acceso al subsidio.

En México, los agricultores más pobres no tienen acceso al riego agrícola, y utilizan agua de temporal; los pequeños agricultores que tienen acceso al riego son de bajos ingresos, consumen poca energía y reciben pocos subsidios. Así, la gran parte de los subsidios se canaliza a unos pocos grandes agricultores con altos consumos e ingresos elevados.

COMENTARIOS FINALES

En términos más generales, el análisis de los subsidios al sector agrícola no debe abordarse solamente desde el punto de vista de la incidencia del costo de la electricidad en el costo total de producción agrícola, sino también considerando como un problema importante la

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

sustentabilidad de la producción futura debida a la sobreexplotación de los acuíferos, así como analizando la incidencia distributiva y la focalización del subsidio, a efecto de verificar si son los productores más pequeños y más pobres los mayores beneficiarios.

Los datos disponibles confirman la situación de emergencia en que se encuentran la agricultura en algunas regiones de México debido a la sobreexplotación de sus acuíferos, en parte promovida por el bajo costo que supone el uso de energía eléctrica para su extracción.

El uso sustentable del agua en México demanda políticas de estado interdisciplinarias que permitan abordar el problema de la sustentabilidad del sector con un enfoque integrado. Es así que cualquier política hacia el sector debe reconocer que las tarifas eléctricas adquieren relevancia (además de cómo un instrumento para mejorar la competitividad del sector agropecuario) como recurso en el uso regulado y controlado del agua, el cual aparece como un problema actual en México.

Una adecuada política de competitividad para el sector agropecuario requiere alcanzar un grado de interacción importante entre los agentes de política energética, de irrigación y del sector agrícola.

Mejorar y modificar el actual esquema de subsidios requiere trabajar en dos frentes: diseñar las tarifas eléctricas para riego agrícola de forma coordinada con el uso del agua; y lograr un esquema menos regresivo, logrando que los pequeños productores con mayores necesidades financieras sean los beneficiarios.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS

1. Introducción

La metodología y los análisis efectuados en el presente informe forman parte de la Tarea 4 – Análisis de subsidios, la cual consiste en un análisis detallado de los subsidios implícitos en las tarifas eléctricas que se otorgan a los sectores doméstico y agrícola, y en el planteamiento de diversas alternativas para la asignación y canalización de los subsidios a los usuarios de una manera más eficiente que la actual.

Una parte de la tarea 4 está orientada al análisis de los subsidios implícitos en las tarifas para bombeo de agua para riego agrícola. En este marco, este informe contiene los resultados del desarrollo de la actividad 4.3.1 – Análisis de la participación de la electricidad en los costos de producción, la cual tiene como objetivo plantear la metodología para analizar la participación del costo de la energía eléctrica en los costos totales de producción de los principales productos agrícolas. Tal como expresan los TdR, el análisis deberá considerar una estratificación basada en la combinación de al menos tres criterios: tipo de cultivo, tipo de productor y sistema de bombeo de agua.

2. Metodología e información disponible

Dada las diferencias geográficas y climáticas, la disponibilidad de agua de temporal varía por región, de manera que el consumo de energía eléctrica para bombeo de agua para riego agrícola es distinto en cada una de ellas. En este marco, el análisis de la incidencia del costo de la electricidad en los costos de producción agrícola que se presenta en este informe se realizó para los principales cultivos de aquellas entidades federativas intensivas en bombeo de agua para riego agrícola.

Para determinar las entidades federativas objeto de este estudio, se analizaron tres indicadores: el consumo total de energía eléctrica, el consumo por usuario y el consumo por hectárea cultivada.

Para complementar y sustentar la selección, se analizaron también diversos aspectos relacionados con el recurso agua: los usos consuntivos¹ del agua, los acuíferos sobreexplotados, las condiciones de sequía y la distribución de las precipitaciones anuales en México.

Para efectuar el análisis de los consumos de electricidad para riego agrícola se dispuso de la base de datos comercial provista por CFE, la cual contiene información de cantidad de usuarios, ventas de electricidad en MWh y producto tarifario en miles de \$ Mx por entidad federativa para las cuatro categorías tarifarias agrícolas:

CUADRO 1 CATEGORÍAS DE TARIFAS AGRÍCOLAS

Tarifa	Descripción
9	Servicios en baja tensión que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.
9 M	Servicios en media tensión que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.
9 CU	Tarifa de estímulo que se aplicará para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y re-bombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la Cuota Energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
9 N	Tarifa de estímulo nocturna que se aplicará para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y re-bombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la Cuota Energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La inscripción a esta tarifa será a solicitud del usuario.

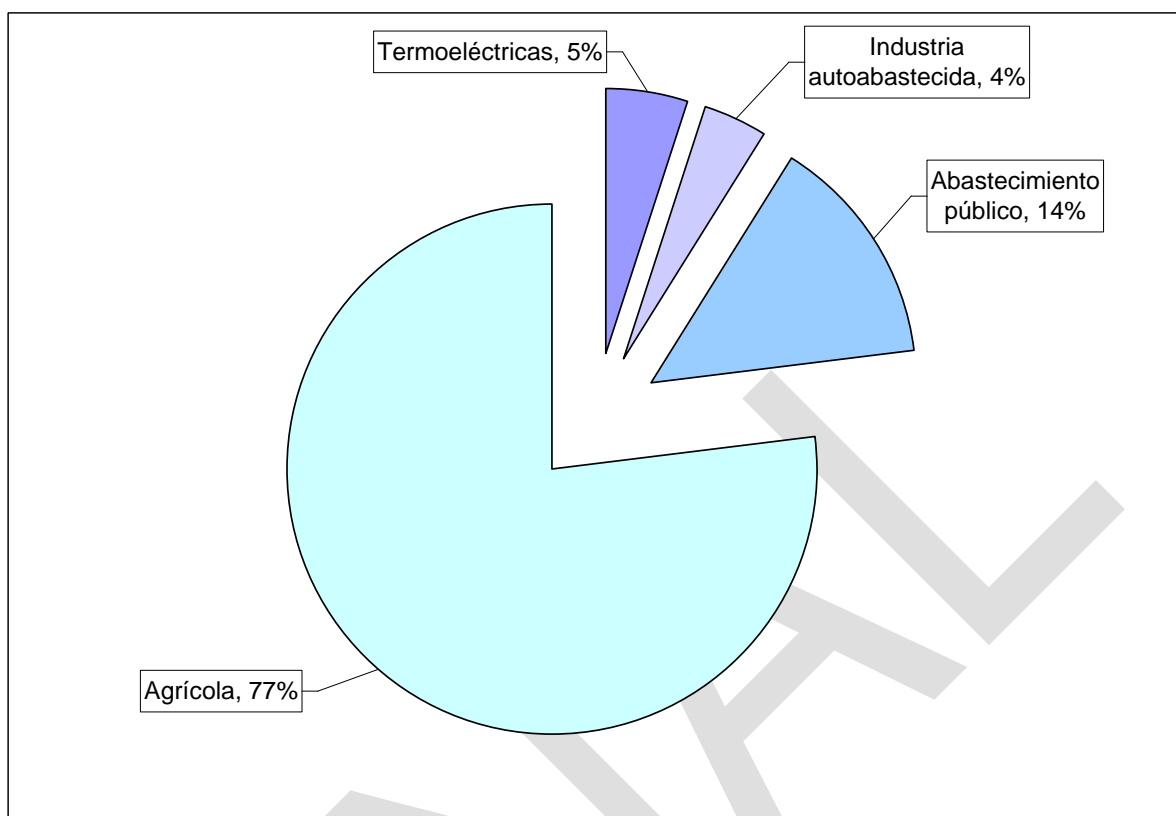
Fuente: elaboración propia con base en CFE

Una vez seleccionadas las entidades federativas objeto de análisis, se procede a caracterizar las mismas de acuerdo a su actividad agrícola, la cantidad de unidades de riego y la disponibilidad de agua de temporal, superficial, subterránea y la existencia de acuíferos sobreexplotados.

Mediante este análisis se buscó reflejar la problemática regional relacionada con la eficiencia en el uso de la energía eléctrica y el agua para riego agrícola, ya que este sector registra el mayor uso consuntivo del agua con el 77% del volumen concesionado, como se ilustra en la gráfica siguiente:

¹ Se denomina uso consuntivo cuando implica el consumo del agua para llevar a cabo una actividad específica de acuerdo al tipo de uso. En este sentido, la generación termoeléctrica de energía es un uso consuntivo, mientras que la generación de energía hidroeléctrica es un uso no consuntivo.

GRÁFICA 1 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LOS VOLÚMENES CONCESIONADOS PARA USOS CONSUNTIVOS - 2007



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA

Según la CONAGUA, México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego.

La información disponible que se utilizó para caracterizar a los estados provino, por un lado, del Censo Agropecuario 2007 (VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal) elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la cual se utilizó para caracterizar la actividad agrícola de las entidades federativas y la cantidad de unidades de riego. Por otro lado, la información respecto a la disponibilidad de agua por origen de la misma y la existencia de acuíferos sobreexplotados se tomó del informe elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA): “Estadísticas del Agua en México – Edición 2008”.

A partir de la selección de los estados objetivo, se realizó el análisis de la incidencia de los costos de la energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. De acuerdo a lo requerido en los TdR para este análisis *“se deberá considerar una estratificación basada en la combinación de al menos tres criterios: tipo de cultivo, tipo de productor y sistema de bombeo de agua.”*

(1) En cuanto al primer criterio, **tipo de cultivo**, se determinaron los principales productos agrícolas que requieren aplicación de riego en su producción y para los cuales es necesaria la extracción de agua por bombeo. Estos serían los cultivos para los cuales el sector agrícola demanda energía eléctrica en forma más intensiva en relación al resto de su producción. Para ello se cuenta con dos fuentes de información alternativas, que podrían resultar complementarias.

Por un lado, el Censo Agropecuario 2007, donde la información por cultivo se presenta por ciclo (PV - Primavera Verano, OI – Otoño Invierno, PRN - Perenne) sin referencia al origen del agua para el riego de los mismos.

Por otro lado, se cuenta con información del Monitor Agroeconómico elaborado por la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). La información contenida en el Monitor Agroeconómico se refiere a los principales cultivos por disponibilidad de agua por entidad federativa según modalidad, esto es riego y temporal.

Para determinar la incidencia del costo de la electricidad en los costos de producción agrícolas las principales fuentes de información fueron el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), órgano desconcentrado de SAGARPA; y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), que elabora anualmente los costos de producción de los cultivos de una serie de entidades federativas.

De esta manera, a partir de la selección de los principales cultivos que requieren aplicación de riego, se analizaron los costos para determinar la participación de la energía eléctrica para bombeo de agua en los costos totales de producción.

(2) El segundo criterio sugerido en los TdR es la estratificación por **tipo de productor**. La única fuente de información que contiene datos que podrían relacionarse con esta variable es el Censo Agropecuario 2007, que distingue las unidades de producción según régimen de tenencia de la tierra, esto es:

1. Ejidal: Área correspondiente a tierras de un ejido, conjunto de tierras, bosques o aguas que un grupo de población campesina usufructúa de hecho, con fundamento en la Ley Agraria del 6 de enero de 1915, independientemente de que haya o no resolución presidencial, del tipo de actividad que en ellas se realice y del municipio o municipios donde se encuentren
2. Comunal: Área correspondiente a tierras de una comunidad, conjunto de tierras, bosques o aguas que un grupo de población campesina usufructúa desde tiempos

remotos, en forma comunal y bajo sus propias reglas de organización, ya sea que le hayan sido reconocidas, restituidas o las posean de hecho; independientemente del tipo de actividad que en ellas se realice y del municipio o municipios donde se encuentren

3. Privada: Área correspondiente a tierras de la unidad de producción donde los derechos del productor están amparados por un traslado de dominio ya sea por venta, cesión o herencia y, generalmente, están inscritos en el Registro Público de la Propiedad.
4. De Colonia: Área correspondiente a tierras de una colonia agrícola.
5. Pública: Área propiedad de la federación o de los gobiernos estatales o municipales.

Con la información que se encuentra disponible sólo es posible clasificar a los productores según el tipo de propiedad de las tierras; sin embargo no se puede conocer la disponibilidad de agua en esos predios, y por ende, la necesidad de aplicación de riego. Al efectuar un análisis de subsidios, es necesario clasificar los agentes que son objetivo de la política de tarifas de estímulo según sus posibilidades económicas para acceder a los recursos. En este caso, la política de subsidios tiene como agentes objetivo a los productores agrarios que utilizan sistemas de bombeo de agua para riego. Sería posible discriminar por tipo de productor si se dispusiera de información de ingresos por ventas o nivel de producción para clasificarlos en pequeños, medianos y grandes, y los productos cultivados en sus predios, de manera tal que se pudiera analizar la estructura de costos en relación al gasto de energía eléctrica de los productores agrícolas de acuerdo a su tamaño. Sin embargo, no se dispone de esta información.

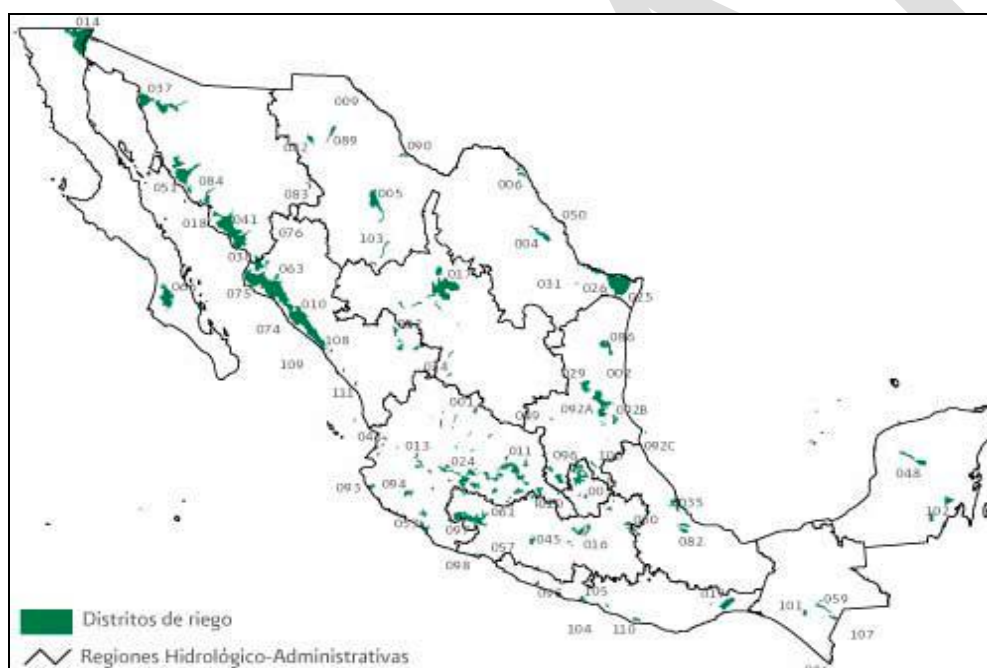
Otra discriminación posible en cuanto al tipo de productor consiste en la clasificación que realiza CONAGUA. Clasifica la infraestructura hidroagrícola en Distritos de Riego y Unidades de Riego.

- Los Distritos de Riego son proyectos de irrigación desarrollados por el Gobierno Federal desde 1926 que incluyen obras como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos, entre otros. La productividad de los Distritos de Riego depende de las eficiencias de la conducción del agua hasta las parcelas y su aplicación. A partir de 1992, estos distritos comenzaron a ser transferidos a los usuarios, llegando estas transferencias a 99% de la superficie total en diciembre de 2007.

- Las Unidades de Riego para el Desarrollo Rural (URDERALES) son operados por pequeños propietarios, que en algunos casos se encuentran organizados en las unidades y en otros no. Por su complejidad, variedad y extensión, generalmente reducida, no se cuenta con información actualizada y detallada sobre los beneficiarios, superficies, patrones de cultivos, estadísticas de producción y volúmenes utilizados en las Unidades de Riego.

Según las Estadísticas del Agua, en México el área bajo riego es de 6.46 millones de hectáreas, de las cuales 3.50 corresponden a 85 Distritos de Riego, y 2.96 a más de 39 mil Unidades de Riego. En la gráfica siguiente se presenta la distribución de los Distritos de Riego.

GRÁFICA 2 DISTRITOS DE RIEGO EN MÉXICO - 2007



Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

Para clasificar a los productores con base en la clasificación de CONAGUA relacionada con la infraestructura hidroagrícola, sería necesario que, asociada a dicha clasificación, se encontrara disponible información detallada sobre los cultivos, el sistema de extracción de agua y los costos de la energía eléctrica en los que incurren este tipo de productores. Dado que esta información no está disponible, es una discriminación que no puede llevarse a cabo.

(3) Por último, se recomienda estratificar por **sistema de bombeo de agua**. Existen dos sistemas de bombeo, dependiendo el origen del agua:

-
1. Bombas superficiales: se ubican fuera del agua y se emplean cuando el agua está muy cerca de la superficie del suelo o en la superficie misma.
 2. Bombas sumergidas/subterráneas: se ubican dentro del agua y se utilizan cuando el agua se encuentra a grandes profundidades del suelo.

El objetivo del estudio son los dos sistemas de bombeo de agua ya que, según el origen del agua para riego, pueden utilizarse ambos sistemas. En el Censo Agropecuario se distinguen solo las unidades de producción con superficie de riego según origen del agua:

1. Borda u hoyo de agua: Construcción consistente en una faja de tierra elevada sobre el terreno, realizada con el propósito de almacenar agua que puede ser utilizada en el riego de los cultivos.
2. Pozo profundo: Excavación vertical en el terreno, generalmente de sección circular, realizada con el propósito de extraer agua del subsuelo por medio de bombeo, para ser utilizada principalmente para el riego de los cultivos.
3. Pozo a cielo abierto: Excavación poco profunda, generalmente de sección circular, que se construye para extracción de agua subterránea, la cual puede ser utilizada para regar los cultivos.
4. Río.
5. Manantial.
6. Presa.
7. Otra.

Al considerar las necesidades de bombeo de agua de estas fuentes, se puede decir que casi todas² necesitan el uso de una bomba, ya sea para extraer el agua, como el pozo profundo y el pozo a cielo abierto, o para conducir el agua a los cultivos desde las restantes fuentes. Sin embargo, en la extracción de agua de pozos profundos, la utilización de la bomba es más intensa, por lo tanto, el requerimiento de energía eléctrica para esa función es mayor.

Por otro lado, las fuentes de agua para riego agrícola se pueden clasificar en:

1. Agua de temporal (de precipitación pluvial).

² La excepción son las aguas que se pueden conducir por gravedad a los cultivos.

-
2. Agua superficial (incluye río, presa, manantial).
 3. Agua subterránea (de pozo).

El agua de temporal está presente en todas las regiones pero en distintas intensidades, como se podrá observar en el análisis que se efectúa en este informe. Dada la distribución desigual de las precipitaciones pluviales en el territorio mexicano, los requerimientos de agua superficial y subterránea no son los mismos, por lo cual se podrá observar la problemática de acuíferos sobreexplotados en las regiones más áridas.

El objeto de este estudio es el análisis de la incidencia de los costos de energía eléctrica en los costos totales de las explotaciones agrícolas. Hasta aquí se han enumerado los distintos sistemas de bombeo y el origen del agua, a partir de los cuales se determinan las condiciones que hacen necesario utilizar una bomba de extracción de agua. En esta instancia, cabe realizar algunas aclaraciones respecto a la relación entre los sistemas de bombeo, las bombas que se utilizan y el consumo de energía eléctrica de las mismas, siendo este último lo que se necesita analizar.

Existen dos tipos de bomba para extracción de aguas subterráneas, a saber:

1. Bombeo con motores a diesel.
2. Bombeo con motor eléctrico.

En el presente estudio, nos interesa el segundo tipo. Los factores que determinan la cantidad de energía eléctrica requerida son:

1. La carga de bombeo o profundidad del pozo. El consumo de energía eléctrica del sistema de bombeo es directamente proporcional a la profundidad del pozo.
2. Condición de los acuíferos, en caso que se encuentren sobreexplotados o en degradación creciente. A medida que se degrada el acuífero aumenta la carga de bombeo y, con ello, la energía requerida para extraer un metro cúbico de agua.
3. La capacidad del motor eléctrico. Se establece una relación directa entre la capacidad del motor y el consumo de energía eléctrica.
4. El factor de potencia del motor eléctrico, que puede alcanzar 90 a 95%.
5. El estado del equipo motor-bomba. El motor tiene eficiencias que van de 80% a 95%, dependiendo del tamaño (la eficiencia aumenta con la capacidad del motor) y de las condiciones de mantenimiento. La eficiencia de una bomba en buen estado es del

orden de 80% a 85%. Para el conjunto motor-bomba, eficiencias globales de 78% son consideradas muy buenas. En México, la NOM-006-ENER-1995 (Norma Oficial Mexicana sobre la eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación) exige 52% como mínimo; de lo contrario se supone que se deben tomar medidas (aplicar mantenimiento correctivo, modernizar, reemplazar) para alcanzar la norma. En la práctica, esto es difícil de aplicar ya que, como las tarifas eléctricas para riego agrícola son tan bajas, desde la perspectiva del agricultor no es rentable modernizar o reemplazar su equipo de bombeo.

Como se explicó anteriormente, las bombas que se utilizan en la actividad agrícola, no sólo son utilizadas para la extracción de agua, sino también para su conducción a los cultivos. El otro sistema para la conducción es la gravedad. En ambos casos, el sistema de conducción puede ser: canal de tierra, canal revestido o tubería PVC.

En cuanto a la aplicación del riego, también existen sistemas que requieren el uso de energía eléctrica. Las distintas técnicas de aplicación de riego son:

1. Inundación.
2. Multicompuertas.
3. Aspersión, microaspersión.
4. Goteo, Cintilla.

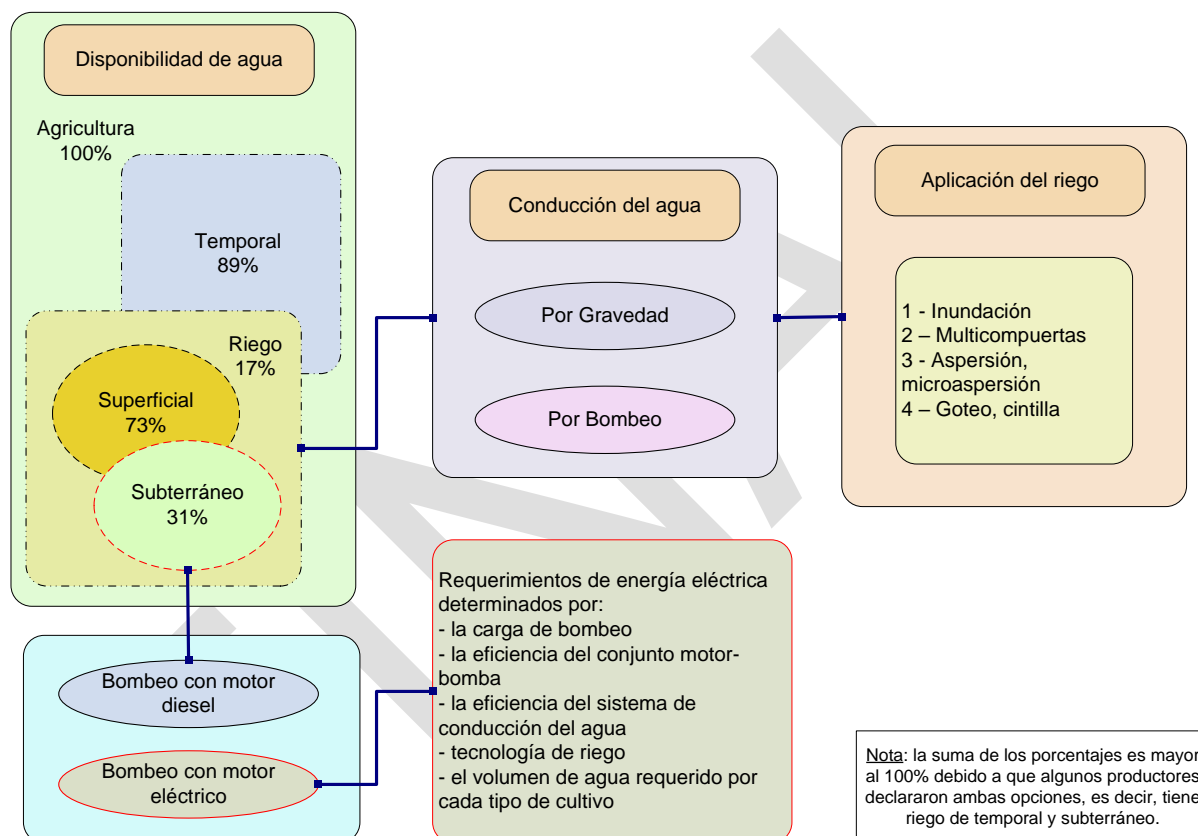
Los dos primeros tipos de sistemas de conducción operan por gravedad, no requieren uso de energía, mientras que los restantes sí. Otros factores que influyen en el consumo de energía eléctrica son la frecuencia y duración de cada riego que depende del tipo de cultivo, el uso de fertilizantes, la calidad de la semilla, las propiedades del suelo, etc.

A partir de estos datos, pueden clasificarse las unidades de producción que requieren una bomba para la extracción de agua para riego, que serían las que obtienen este recurso de pozo profundo y pozo a cielo abierto. A pesar de que en el Censo Agropecuario no se presenta información por sistema de bombeo, se puede establecer la relación entre el origen del agua y el sistema necesario. De esta manera, es posible asociar la superficie de las unidades de producción que extraen el agua de pozo profundo con el sistema de bombas sumergidas o subterráneas, y las de pozo a cielo abierto con el sistema de bombas superficiales. Así, se puede conocer la cantidad de unidades de producción que extraen agua asociada a los sistemas de bombeo mencionados. En cuanto a la información de costos, ésta no tiene puntos de conexión con la publicada en el Censo Agropecuario, por lo

cual no es posible realizar un análisis más profundo que relacione los costos de producción en predios con pozos. A su vez, no se encuentra disponible información respecto a las características de las bombas en las unidades de producción y los requerimientos de agua de los cultivos en las distintas regiones de México.

A continuación, se presenta un esquema para ejemplificar lo explicado en los párrafos previos respecto a la disponibilidad de agua, su extracción, conducción y aplicación de riego.

GRÁFICA 3 DIAGRAMA DEL PROCESO DE RIEGO



Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario

La información de los **costos de producción** de los cultivos en México es generada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), dependiente de la SAGARPA, que elabora la estructura de costos agrícolas por tipo de cultivo y entidad federativa. A su vez, se informa sobre la necesidad de aplicación de riego, por lo cual, a partir de esta información puede realizarse una aproximación de los cultivos que requieren riego o se utiliza agua de temporal. Dentro de los conceptos estimados se encuentra el de Energía Eléctrica, pero muy pocos cultivos lo incluyen. Dada esta limitación en la disponibilidad de información, el análisis se limita a los cultivos que presentan este concepto de gasto.

También se obtuvo información sectorial de rentabilidad y costos de la participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción de los principales productos agrícolas de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).

3. Revisión de experiencias internacionales

India es uno de los países que presenta una problemática similar a México en cuanto a la relación entre los subsidios de energía eléctrica para riego y su impacto en el medio ambiente y en los costos de producción.

Punjab es una región geográfica entre India y Pakistán con un marcado perfil agrario, por lo cual, se ha convertido en un caso de estudio para la evaluación de la distribución de los subsidios a la actividad agrícola. En el estudio "*Political Economy of Electricity Subsidy: Evidence from Punjab*"³ se recomienda la necesidad de analizar la distribución de los subsidios en tarifas eléctricas para riego agrícola a efecto de asegurar que esta política beneficie a los pequeños productores. En Punjab, de forma similar a lo que ocurre en México, el criterio de la política de subsidios a la electricidad para el sector agrícola es de universalidad, esto es, los subsidios agrícolas para la electricidad se garantizan mediante políticas de subsidios que no discriminan a los beneficiarios, de tal manera que todos los productores agrícolas califican para recibir el subsidio, sin importar el tamaño y la necesidad económica del mismo.

El estudio refleja la existencia de disparidades en el flujo de subsidios entre regiones con distintos niveles de desarrollo. Mientras que los grandes y medianos productores son los que reciben la mayor parte de los subsidios, los pequeños campesinos, especialmente de las áreas menos desarrolladas, quedan excluidos debido a que no poseen las instalaciones necesarias para su conexión a la red eléctrica.

Las principales conclusiones de este estudio en relación al acceso de los productores agrícolas a los beneficios de los subsidios y su impacto en los costos de producción fueron:

- Disponibilidad de conexiones eléctricas: de acuerdo al lugar donde esté situada la explotación agrícola, los productores tienen acceso a conexiones de electricidad. En el caso de los grandes y medianos productores, la diferencia entre regiones de diferente desarrollo no es tan marcada, mientras que en el caso de los pequeños campesinos la situación es más desigual. En las áreas más desarrolladas, la mayoría de los productores pequeños poseen conexión eléctrica, y en las regiones menos

³ Jain, Varinder (2007), "*Political Economy of Electricity Subsidy: Evidence from Punjab*", en Munich Personal RePEc Archive

desarrolladas la disparidad entre los distintos tipos de productores es mayor, implicando una desigualdad en el acceso a los beneficios de los subsidios, que se supone universal, y un posterior impacto en sus costos.

- Duración de la disponibilidad de energía eléctrica: existe una diferencia en la provisión de electricidad en las horas pico de la demanda, lo que afecta los procesos de riego e impacta en los costos de irrigación provocando perjuicios en la actividad productiva.
- Calidad del servicio de energía eléctrica: en las áreas más desarrolladas se observa un servicio de mayor calidad, con tensión estable en el suministro. En las áreas con menores niveles de desarrollo, las fluctuaciones en la tensión provocan desperfectos en los motores, lo que implica mayores costos de mantenimiento de los motores eléctricos.
- Elección de los productores agrícolas de un sistema de irrigación basado en motores diesel o eléctricos: los motores eléctricos son los más elegidos.

Otro estudio referido a los subsidios en tarifas eléctricas en la India es “*Addressing Agricultural Power Subsidy: A case study of North Gujarat*”⁴. Gujarat es uno de los estados más industrializados de la India. Se destaca en este estudio que la energía eléctrica para irrigación es uno de los factores más importantes en la determinación de la competitividad de la agricultura de ese país. En este caso, se subsidia a los productores agrícolas mediante una estructura cruzada de subsidios, recayendo en el sector industrial el financiamiento de la misma. El nivel de subsidios a los productores impacta en el consumo de electricidad, que es elevado, lo que se ve reflejado en la disminución del agua disponible en esta región, comprometiendo no solo la agricultura como actividad productiva, sino también el medio ambiente y la supervivencia humana. De esta manera, la sustentabilidad de esquema de subsidios es cuestionable tanto desde el punto de vista financiero, relacionado con la eficiencia de financiar la agricultura con recursos de la industria, como ambiental.

Los resultados del estudio de campo sugieren que la electricidad menos costosa es consumida principalmente por productores con mayores ingresos y que venden el agua a los productores pequeños. La estructura de subsidios vigente provoca una distribución asimétrica de los subsidios, que es regresiva en su naturaleza, beneficiando a los productores competitivos y con menores necesidades de ayuda financiera en la obtención

⁴ Vidyut, Joshi y Akash, Acharya (2005), “*Addressing Agricultural Power Subsidy: A case study of North Gujarat*”, Center for Social Studies, Veer Narmad South Gujarat University Campus, Gujarat State, India

de sus recursos de producción, en este caso el agua para riego. Finalmente, en este estudio se recomienda la intervención de la política actual de subsidios para que alcance a los pequeños agricultores y disminuya la sobreexplotación de los acuíferos, siendo esta región una de las que registra mayor gravedad en el mundo en relación a esta problemática ambiental.

Por último, en un artículo del Banco Mundial, "*A Reality Check on Subsidizing Power for Irrigation in India*"⁵, se indica que las tarifas eléctricas que pagan los agricultores en la India equivalen al 10% del costo de suministro, lo que representa en términos de total subsidiado el 25% del déficit fiscal del país y el doble del gasto público en salud. A su vez, la calidad de suministro ha empeorado en el tiempo. Existen ineficiencias en la operación y elevadas pérdidas de distribución que han contribuido a la insolvencia financiera de las empresas de servicios eléctricos en ese país, donde las inversiones en el sector son bajas, lo que provoca cortes y fluctuaciones en la tensión. Por otro lado, crece la insatisfacción de los consumidores con el servicio brindado y la voluntad de pago, lo que provoca retrasos en los pagos de las tarifas y el mayor deterioro de las empresas de electricidad.

4. Análisis de la información y resultados

4.1. Selección de Entidades Federativas a analizar

Para analizar la participación de los costos de energía eléctrica que exigen la aplicación de riego en los costos totales de producción agrícola se determinaron una serie de indicadores cuantitativos y se realizó un análisis cualitativo a través de información de CONAGUA sobre los usos consuntivos del agua, acuíferos sobreexplotados, condiciones de sequía y distribución de las precipitaciones anuales en México. El objetivo de estos indicadores es seleccionar una serie de entidades federativas donde la energía eléctrica es de uso intensivo para la extracción de agua por bombeo para riego agrícola, considerando así que son los Estados con mayores necesidades de riego para sus cultivos.

En primer lugar se analizó la distribución por entidad federativa de las ventas a las categorías tarifarias 9, 9M, 9CU y 9N de la base de datos comercial de CFE. De esta manera, se determinaron los estados con mayor proporción de energía eléctrica vendida para bombeo de agua para riego agrícola.

⁵ Lucio Monari (2002), "*A Reality Check on Subsidizing Power for Irrigation in India*", en Viewpoint, Private Sector and Infrastructure Network, The World Bank Group

A continuación se presentan las ventas de energía por entidad federativa de las cuatro categorías tarifarias correspondientes al servicio de distribución de energía destinada al bombeo de agua para riego agrícola, así como su distribución respecto al total vendido.

CUADRO 2 DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS – CATEGORÍAS 9 Y 9 M

TARIFA 9			TARIFA 9 M		
Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]	Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]
JALISCO	7,468	14%	COAHUILA	294,597	23%
BAJA CALIFORNIA N	6,975	13%	DURANGO	231,793	18%
NUEVO LEON	4,280	8%	GUANAJUATO	230,565	18%
OAXACA	4,192	8%	CHIHUAHUA	196,846	16%
YUCATAN	3,627	7%	JALISCO	50,743	4%
MORELOS	2,901	5%	SONORA	44,690	4%
GUANAJUATO	2,653	5%	PUEBLA	26,359	2%
CAMPECHE	2,633	5%	SINALOA	24,724	2%
SINALOA	2,377	4%	NUEVO LEON	19,192	2%
MICHOACAN	2,133	4%	ZACATECAS	17,952	1%
COAHUILA	1,926	4%	SAN LUIS POTOSI	15,257	1%
CHIHUAHUA	1,780	3%	AGUASCALIENTES	13,796	1%
SAN LUIS POTOSI	1,524	3%	VERACRUZ	13,752	1%
ZACATECAS	1,318	2%	MICHOACAN	12,652	1%
PUEBLA	1,127	2%	QUERETARO	12,549	1%
GUERRERO	1,005	2%	BAJA CALIFORNIA N	12,443	1%
CHIAPAS	1,002	2%	MORELOS	9,578	1%
TAMAULIPAS	975	2%	TAMAULIPAS	8,229	1%
MEXICO	817	1%	BAJA CALIFORNIA S	6,317	1%
QUERETARO	764	1%	YUCATAN	2,680	0%
DURANGO	552	1%	CAMPECHE	2,067	0%
BAJA CALIFORNIA S	476	1%	NAYARIT	2,031	0%
VERACRUZ	475	1%	TLAXCALA	2,010	0%
AGUASCALIENTES	370	1%	COLIMA	1,947	0%
SONORA	363	1%	CHIAPAS	1,480	0%
TABASCO	244	0%	OAXACA	1,393	0%
HIDALGO	170	0%	TABASCO	1,080	0%
TLAXCALA	158	0%	GUERRERO	674	0%
QUINTANA ROO	151	0%	QUINTANA ROO	537	0%
NAYARIT	132	0%	HIDALGO	529	0%
COLIMA	67	0%	MEXICO	467	0%

Fuente: elaboración propia con base en CFE

Nota: los totales pueden no sumar 100% debido al redondeo de decimales.

CUADRO 3 DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS – CATEGORÍA 9 CU Y 9 N

TARIFA 9 CU			TARIFA 9 N		
Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]	Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]
CHIHUAHUA	209,453	10%	CHIHUAHUA	1,060,511	24%
SONORA	199,216	10%	GUANAJUATO	760,111	17%
COAHUILA	162,434	8%	SONORA	695,118	16%
JALISCO	160,044	8%	ZACATECAS	331,840	7%
DURANGO	154,436	8%	AGUASCALIENTES	220,337	5%

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

TARIFA 9 CU			TARIFA 9 N		
Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]	Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]
PUEBLA	150,558	8%	JALISCO	200,228	5%
BAJA CALIFORNIA N	108,073	5%	MICHOACAN	199,651	5%
ZACATECAS	106,552	5%	COAHUILA	167,592	4%
GUANAJUATO	92,956	5%	QUERETARO	149,309	3%
SAN LUIS POTOSI	91,701	5%	DURANGO	113,459	3%
BAJA CALIFORNIA S	66,806	3%	BAJA CALIFORNIA N	110,709	2%
SINALOA	63,971	3%	SAN LUIS POTOSI	98,887	2%
QUERETARO	61,303	3%	PUEBLA	84,849	2%
AGUASCALIENTES	49,816	2%	BAJA CALIFORNIA S	63,224	1%
MICHOACAN	47,713	2%	SINALOA	41,496	1%
NUEVO LEON	46,534	2%	COLIMA	33,802	1%
TAMAULIPAS	45,424	2%	NUEVO LEON	21,154	0%
YUCATAN	36,964	2%	VERACRUZ	21,072	0%
VERACRUZ	26,588	1%	CHIAPAS	14,328	0%
COLIMA	23,500	1%	HIDALGO	13,193	0%
CHIAPAS	21,701	1%	MORELOS	9,262	0%
OAXACA	21,203	1%	CAMPECHE	6,665	0%
MORELOS	13,169	1%	GUERRERO	2,838	0%
TLAXCALA	11,291	1%	TLAXCALA	2,643	0%
HIDALGO	8,108	0%	MEXICO	2,383	0%
NAYARIT	5,232	0%	TAMAULIPAS	2,203	0%
CAMPECHE	4,973	0%	YUCATAN	1,686	0%
GUERRERO	4,685	0%	NAYARIT	1,574	0%
MEXICO	3,745	0%	OAXACA	1,019	0%
TABASCO	2,453	0%	QUINTANA ROO	110	0%
QUINTANA ROO	2,183	0%	TABASCO	0	0%

Fuente: elaboración propia con base en CFE

Nota: los totales pueden no sumar 100% debido al redondeo de decimales.

Se puede observar que la categoría 9 agrupa el 64% de sus ventas en los estados de Jalisco, Baja California Norte, Nuevo León, Oaxaca, Yucatán, Morelos, Guanajuato y Campeche. Los estados con mayor participación en el total de las ventas de esta categoría son Jalisco y Baja California Norte.

En el caso de la categoría 9M, las ventas de energía eléctrica para bombeo de agua se concentran en Coahuila (23% de participación), Durango (18%), Guanajuato (18%) y Chihuahua (16%), con el 76% de las ventas en esos cuatro estados.

Las dos categorías con tarifas de estímulo son la 9CU y la 9N. En la categoría 9CU, los estados con mayores ventas de energía son, en orden decreciente, Chihuahua, Sonora, Coahuila, Jalisco, Durango, Puebla, Baja California Norte, Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí, que acumulan el 72% del total de ventas. Por último, en la categoría 9N las ventas se encuentran concentradas en Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán en un 78% del total.

CUADRO 4 DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS – TODAS LAS CATEGORÍAS

Suma de las cuatro tarifas para Riego Agrícola		
Entidad Federativa	TOTAL [kWh/año]	DISTRIB [%]
CHIHUAHUA	1,468,590	19%
GUANAJUATO	1,086,285	14%
SONORA	939,387	12%
COAHUILA	626,549	8%
DURANGO	500,240	6%
ZACATECAS	457,662	6%
JALISCO	418,483	5%
AGUASCALIENTES	284,319	4%
PUEBLA	262,893	3%
MICHOACAN	262,149	3%
BAJA CALIFORNIA N	238,200	3%
QUERETARO	223,925	3%
SAN LUIS POTOSI	207,369	3%
BAJA CALIFORNIA S	136,823	2%
SINALOA	132,568	2%
NUEVO LEON	91,160	1%
VERACRUZ	61,887	1%
COLIMA	59,316	1%
TAMAULIPAS	56,831	1%
YUCATAN	44,957	1%
CHIAPAS	38,511	0%
MORELOS	34,910	0%
OAXACA	27,807	0%
HIDALGO	22,000	0%
CAMPECHE	16,338	0%
TLAXCALA	16,102	0%
GUERRERO	9,202	0%
NAYARIT	8,969	0%
MEXICO	7,412	0%
TABASCO	3,777	0%
QUINTANA ROO	2,981	0%

Fuente: elaboración propia con base en CFE

Nota: los totales pueden no sumar 100% debido al redondeo de decimales.

Se puede observar que el 71% del total de energía vendida para riego agrícola se agrupa en Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Coahuila, Durango, Zacatecas y Jalisco. Estas entidades federativas se encuentran también incluidas en los grupos de mayor participación en las ventas de dos o más categorías. En el caso de Guanajuato, se encuentra incluida en el grupo de mayores de ventas de las cuatro categorías agrícolas, y Chihuahua en tres de ellas, incluyendo la 9N y la 9CU, que son las tarifas de estímulo, al igual que Jalisco. Las cuatro restantes forman parte del grupo de mayor participación solo en dos de las categorías tarifarias agrícolas.

También se analizaron otros dos indicadores: el consumo de energía eléctrica (EE) por usuario y por hectárea cultivada (superficie total con actividad agropecuaria o forestal). Si se

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

analizan sus resultados, se puede observar que hay entidades federativas que hacen uso intensivo de la energía eléctrica para bombeo de agua para riego por hectárea cultivada y por usuario, pero que no pertenecen al grupo de mayor consumo en el total nacional. Por ello, se complementó el análisis anterior con estos indicadores para realizar una selección más precisa incluyendo no sólo a los estados de mayor consumo, sino también a aquellos intensivos en el uso de la energía eléctrica para el bombeo de agua para riego agrícola.

CUADRO 5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR USUARIO Y POR HECTÁREA CULTIVADA

TARIFA 9 TOTAL						
Entidad Federativa	Consumo de EE [kWh/año]	Usuarios	Consumo EE / Usuario [kWh/usuario]	Entidad Federativa	Superficie cultivada [Ha.]	Consumo EE / Sup. cultivada [kWh/ha.]
SONORA	939,387	4,800	195.71	AGUASCALIENTES	246,843	1.15
QUERETARO	223,925	1,456	153.79	GUANAJUATO	1,506,518	0.72
COAHUILA	626,549	4,258	147.15	QUERETARO	488,044	0.46
DURANGO	500,240	3,436	145.59	DURANGO	2,101,518	0.24
AGUASCALIENTES	284,319	2,249	126.42	PUEBLA	1,193,304	0.22
BAJA CALIFORNIA S	136,823	1,087	125.87	BAJA CALIFORNIA N	1,150,937	0.21
CHIHUAHUA	1,468,590	13,349	110.01	COLIMA	305,881	0.19
HIDALGO	22,000	217	101.38	MORELOS	183,897	0.19
BAJA CALIFORNIA N	238,200	2,379	100.13	ZACATECAS	2,597,929	0.18
GUANAJUATO	1,086,285	14,791	73.44	JALISCO	2,679,370	0.16
PUEBLA	262,893	3,865	68.02	MICHOACAN	1,887,244	0.14
ZACATECAS	457,662	7,459	61.36	CHIHUAHUA	10,948,720	0.13
MORELOS	34,910	601	58.09	BAJA CALIFORNIA S	1,131,064	0.12
SINALOA	132,568	2,446	54.20	SAN LUIS POTOSI	1,852,103	0.11
COLIMA	59,316	1,123	52.82	SONORA	8,439,571	0.11
JALISCO	418,483	8,559	48.89	COAHUILA	6,892,511	0.09
SAN LUIS POTOSI	207,369	4,505	46.03	TLAXCALA	210,851	0.08
TABASCO	3,777	83	45.51	SINALOA	1,783,436	0.07
MICHOACAN	262,149	5,780	45.35	NUEVO LEON	2,270,099	0.04
VERACRUZ	61,887	1,390	44.52	YUCATAN	1,147,584	0.04
TLAXCALA	16,102	501	32.14	HIDALGO	738,965	0.03
TAMAULIPAS	56,831	2,037	27.90	TAMAULIPAS	3,197,920	0.02
CHIAPAS	38,511	1,382	27.87	VERACRUZ	3,815,334	0.02
NAYARIT	8,969	370	24.24	OAXACA	2,030,007	0.01
NUEVO LEON	91,160	4,422	20.62	CHIAPAS	3,059,531	0.01
CAMPECHE	16,338	1,276	12.80	CAMPECHE	1,450,437	0.01
MEXICO	7,412	640	11.58	NAYARIT	975,725	0.01
QUINTANA ROO	2,981	269	11.08	MEXICO	852,259	0.01
GUERRERO	9,202	978	9.41	QUINTANA ROO	533,238	0.01
YUCATAN	44,957	6,950	6.47	GUERRERO	2,029,012	0.00
OAXACA	27,807	8,549	3.25	TABASCO	1,110,210	0.00

Fuente: elaboración propia con base en CFE e INEGI

En el cuadro anterior se presentan las entidades federativas, su consumo de energía eléctrica correspondiente a la tarifa agrícola, los usuarios a diciembre de 2007 y la superficie cultivada en hectáreas, dato proveniente del Censo Agropecuario 2007 elaborado por el INEGI. A partir de esta información se calculan los dos indicadores mencionados. Los

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

estados con mayor consumo de energía eléctrica por usuario son: Sonora, Querétaro, Coahuila, Durango, Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Hidalgo, Baja California Norte, Guanajuato y Puebla. Todos estos Estados registran consumos medios mayores a la media del país, que es 64.25 kWh/usuario durante el 2007, con base en el presente análisis.

Con base en los resultados del análisis del consumo de energía eléctrica por hectárea cultivada, los estados que registran un indicador mayor a la media de 0.15 kWh/ha. son: Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Durango, Puebla, Baja California Norte, Colima, Morelos, Zacatecas y Jalisco.

De esta manera, la selección de Entidades Federativas a analizar basada en indicadores cuantitativos incluye los estados de mayor consumo por usuario y los de uso más intensivo: Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Coahuila, Durango, Zacatecas, Jalisco, Querétaro, Aguascalientes, Baja California, Hidalgo, Baja California Sur, Puebla, Colima y Morelos.

Por último, al analizar los mapas presentados en la publicación de CONAGUA, "Estadísticas del Agua en México – Edición 2008", esta selección puede verse modificada con base en las conclusiones que pueden derivarse de los usos consuntivos del agua, de la localización de los acuíferos sobreexplotados, de las condiciones de sequía por región geográfica y la distribución de las precipitaciones anuales en México. A continuación, se presentan las gráficas de los mapas mencionados, según Regiones Hidrológico-Administrativas definidas por CONAGUA:

GRÁFICA 4 REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS



Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

En la Gráfica 5, se pueden observar las regiones donde se encuentra concentrado el mayor uso consuntivo del agua. Los estados seleccionados anteriormente se encuentran incluidos en esta región, a los que se agregan Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, Michoacán.

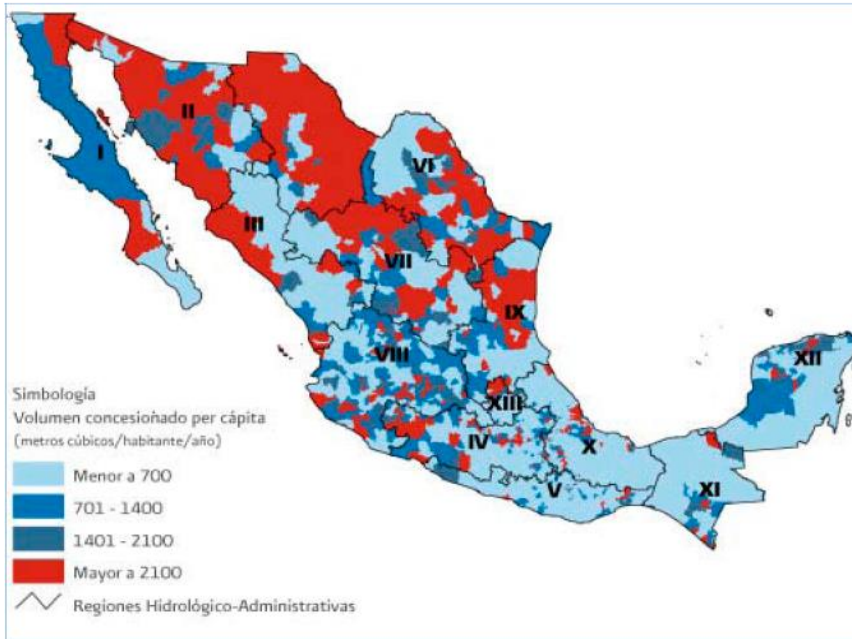
A su vez, en la Gráfica 6 se observa que la misma zona concentra la mayor cantidad de acuíferos sobreexplotados, especialmente la región central del país. Esta problemática se ve acentuada por la actividad agrícola de riego, la cual no presenta estímulos para el uso racional dados los bajos costos de la energía eléctrica para su bombeo.

Por último, cabe resaltar que la región noroeste y parte del centro de México, son las zonas más secas de este país. Esto se puede observar en la Gráfica 7 que muestra la situación de sequía al final de la temporada estival, cuando los cultivos requieren mayor cantidad de agua, y finalmente en la Gráfica 8, que ilustra la distribución de las precipitaciones pluviales en México en el período 1971/2000, siendo esta región la que cuenta con menores registros de lluvias.

Cabe mencionar que en la selección con base en el consumo de energía eléctrica se incluyeron entidades federativas que a partir de los indicadores de consumo en relación a los usuarios y las hectáreas cultivadas y de este análisis gráfico, resultaron casos relevantes para analizar.

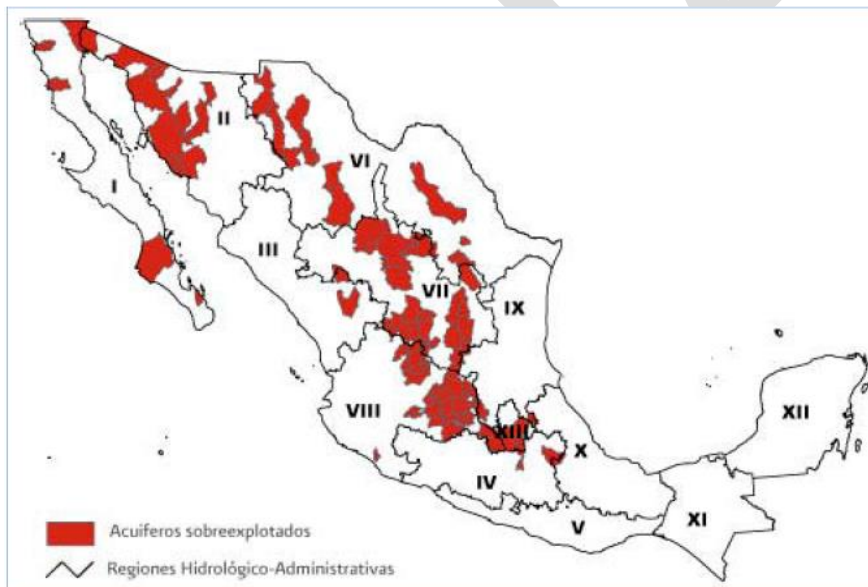
Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola.7762

GRÁFICA 5 INTENSIDAD DE LOS USOS CONSUNTIVOS DEL AGUA POR MUNICIPIO, 2007



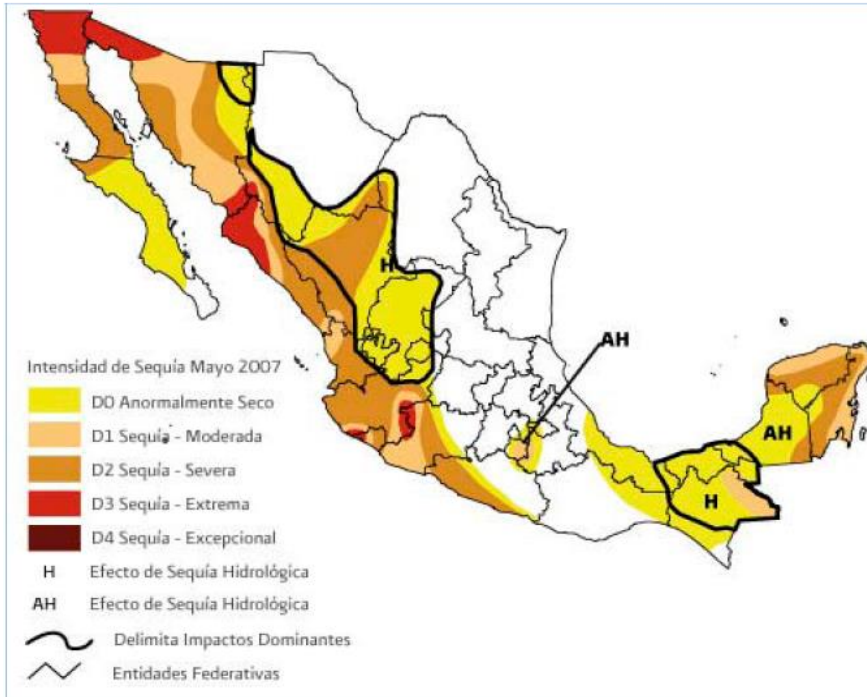
Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

GRÁFICA 6 ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS POR REGIÓN HIDROLÓGICA-ADMINISTRATIVA, 2007



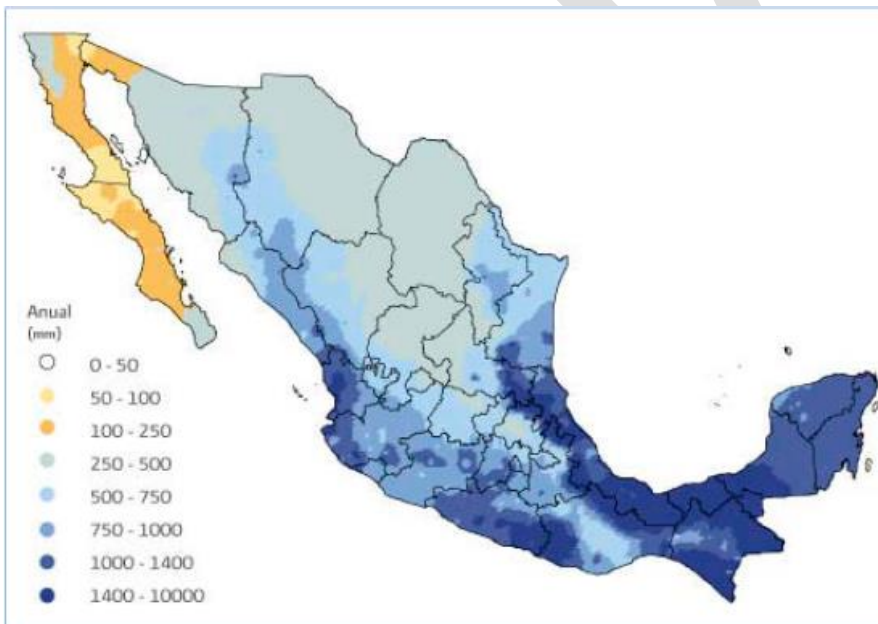
Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

GRÁFICA 7 CONDICIONES DE SEQUÍA AL FINAL DE LA TEMPORADA ESTIVAL, 2007



Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

GRÁFICA 8 DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL ANUAL EN MÉXICO (1971/2000)



Fuente: Estadísticas del Agua 2008, CONAGUA

Se puede decir que este análisis gráfico reafirma la importancia de las entidades federativas que se encuentran en la región norte y centro de México para analizar la incidencia del costo de la energía eléctrica para bombeo de agua para riego agrícola en los costos totales de esta actividad productiva.

A su vez, información suministrada por CONAGUA permite verificar cuantitativamente que en los estados que se han mencionado hasta el momento como objetivo del análisis, se

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

acumula la mayor cantidad de acuíferos sobreexplotados y sin disponibilidad de agua subterránea.

CUADRO 6 ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS Y DISPONIBILIDAD DE AGUA

Entidades Federativas	Acuíferos Sobreexplotados		Acuíferos No Sobreexplotados		Acuíferos Sin Disponibilidad de Agua Subterránea		Acuíferos Con Disponibilidad de Agua Subterránea	
	[#]	[%]	[#]	[%]	[#]	[%]	[#]	[%]
Aguascalientes	5	5%	0	0%	4	3%	1	0%
Baja California	5	5%	43	8%	12	10%	36	7%
Baja California Sur	3	3%	36	7%	5	4%	34	6%
Campeche	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
Chiapas	0	0%	15	3%	0	0%	15	3%
Chihuahua	10	10%	51	9%	9	7%	52	10%
Coahuila	5	5%	23	4%	8	6%	20	4%
Colima	1	1%	10	2%	1	1%	10	2%
Durango	5	5%	24	4%	5	4%	24	5%
Guanajuato	15	15%	3	1%	9	7%	9	2%
Guerrero	0	0%	35	6%	0	0%	35	7%
Hidalgo	1	1%	20	4%	2	2%	19	4%
Jalisco	2	2%	57	10%	6	5%	53	10%
México	5	5%	4	1%	6	5%	3	1%
Michoacán	3	3%	19	3%	3	2%	19	4%
Morelos	1	1%	3	1%	1	1%	3	1%
Nayarit	0	0%	12	2%	0	0%	12	2%
Nuevo León	2	2%	21	4%	8	6%	15	3%
Oaxaca	0	0%	21	4%	0	0%	21	4%
Puebla	1	1%	5	1%	3	2%	3	1%
Querétaro	3	3%	8	1%	4	3%	7	1%
Quintana Roo	0	0%	2	0%	0	0%	2	0%
Potosí	9	9%	10	2%	6	5%	13	2%
Sinaloa	0	0%	14	3%	3	2%	11	2%
Sonora	13	13%	47	9%	12	10%	48	9%
Tabasco	0	0%	8	1%	0	0%	8	2%
Tamaulipas	0	0%	14	3%	2	2%	12	2%
Tlaxcala	0	0%	4	1%	0	0%	4	1%
Veracruz	0	0%	18	3%	0	0%	18	3%
Yucatán	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
Zacatecas	11	11%	23	4%	15	12%	19	4%

Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por CONAGUA a requerimiento.

Nota: los totales pueden no sumar 100% debido al redondeo de decimales.

Estos datos confirman la situación de emergencia en que se encuentra la agricultura de estas regiones por la sobreexplotación de sus acuíferos, en parte promovida por el bajo costo que supone el uso de energía eléctrica para su extracción.

Finalmente, de todo el análisis anterior surgieron las entidades federativas que se analizaron. Estas son: *Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua,*

Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Puebla, Querétaro, Sonora y Zacatecas.

GRÁFICA 9 ENTIDADES FEDERATIVAS ANALIZAR



Fuente: elaboración propia

4.2. Caracterización de las Unidades Agrícolas de Riego

Los quince estados considerados en el análisis agrupan más del 33% de las unidades de producción con actividad agropecuaria o forestal de México, lo que representa el 59% de la superficie total del país explotada para estas actividades. La entidad federativa con mayor proporción de unidades de producción en uso agropecuario es Puebla (9.3%), mientras que en términos de superficie, Chihuahua es la que acumula mayor cantidad de hectáreas explotadas (15.9%).

CUADRO 7 UNIDADES DE PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE CON ACTIVIDAD AGROPECUARIA Y FORESTAL POR ENTIDAD FEDERATIVA

Entidad federativa	Con Actividad Agropecuaria o Forestal			
	Unid de Prod [#]	Distribución [%]	Superficie [ha.]	Distribución [%]
Estados Unidos Mexicanos	4,069,957	100%	68,829,752	100%
Aguascalientes	18,986	0.5%	246,843	0.4%
Baja California	7,628	0.2%	1,150,937	1.7%
Baja California Sur	5,907	0.1%	1,131,064	1.6%
Chihuahua	87,355	2.1%	10,948,720	15.9%
Coahuila	37,224	0.9%	6,892,511	10.0%
Colima	12,565	0.3%	305,881	0.4%
Durango	67,221	1.7%	2,101,518	3.1%
Guanajuato	152,966	3.8%	1,506,518	2.2%

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

Hidalgo	205,774	5.1%	738,965	1.1%
Jalisco	127,932	3.1%	2,679,370	3.9%
Morelos	42,888	1.1%	183,897	0.3%
Puebla	376,863	9.3%	1,193,304	1.7%
Querétaro	48,510	1.2%	488,044	0.7%
Sonora	32,063	0.8%	8,439,571	12.3%
Zacatecas	137,763	3.4%	2,597,929	3.8%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

Si se analiza la relación entre la superficie con actividad agropecuaria y forestal y la superficie total de las entidades federativas, se puede observar que el promedio de la relación en el caso de los estados seleccionados es levemente mayor que el nivel nacional, siendo 37% y 35% respectivamente. De las entidades federativas seleccionadas, dos tercios de las mismas superan el promedio nacional del indicador, como se puede observar en el cuadro siguiente.

CUADRO 8 RELACIÓN SUPERFICIE CON ACTIVIDAD AGROPECUARIA Y FORESTAL / SUPERFICIE TOTAL

Entidad federativa	Superficie con act. Agropecuaria y Forestal [ha.]	Superficie Total [ha.]	Sup. con act. / Sup. Total
Estados Unidos Mexicanos	68,829,752	195,924,800	35%
Aguascalientes	246,843	587,774	42%
Baja California	1,150,937	7,249,218	16%
Baja California Sur	1,131,064	7,445,142	15%
Chihuahua	10,948,720	24,686,525	44%
Coahuila de Zaragoza	6,892,511	15,086,210	46%
Colima	305,881	587,774	52%
Durango	2,101,518	12,343,262	17%
Guanajuato	1,506,518	3,134,797	48%
Hidalgo	738,965	2,155,173	34%
Jalisco	2,679,370	7,836,992	34%
Morelos	183,897	391,850	47%
Puebla	1,193,304	3,330,722	36%
Querétaro	488,044	1,175,549	42%
Sonora	8,439,571	18,025,082	47%
Zacatecas	2,597,929	7,445,142	35%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

En cuanto a la propiedad de la tierra, la estructura muestra que la mayor parte de las hectáreas de las unidades de producción son privadas en todas las entidades federativas seleccionadas, seguidos por la propiedad ejidal, a excepción de Baja California y Morelos donde el régimen de tenencia prevaeciente es el ejido, como se puede observar en las tablas siguientes:

CUADRO 9 RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA POR ENTIDAD FEDERATIVA

Régimen de Tenencia	Estados Unidos Mexicanos	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur
EJIDAL (ha.)	33%	35%	83%	16%
PRIVADA (ha.)	62%	64%	12%	79%
COMUNAL, DE COLONIA, PÚBLICA (ha.)	5%	1%	5%	5%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 9 RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Régimen de Tenencia	Chihuahua	Coahuila de Zaragoza	Colima	Durango
EJIDAL (ha.)	16%	25%	57%	29%
PRIVADA (ha.)	79%	74%	42%	63%
COMUNAL, DE COLONIA, PÚBLICA (ha.)	5%	1%	1%	8%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 9 RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Régimen de Tenencia	Guanajuato	Hidalgo	Jalisco	Morelos
EJIDAL (ha.)	38%	41%	32%	80%
PRIVADA (ha.)	61%	53%	64%	15%
COMUNAL, DE COLONIA, PÚBLICA (ha.)	0%	6%	5%	6%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 9 RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Régimen de Tenencia	Puebla	Querétaro	Sonora	Zacatecas
EJIDAL (ha.)	42%	32%	26%	28%
PRIVADA (ha.)	53%	66%	71%	71%
COMUNAL, DE COLONIA, PÚBLICA (ha.)	5%	2%	4%	1%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

En cuanto a la distribución de la superficie según la modalidad de disponibilidad de agua, los estados seleccionados para el análisis agrupan el 63% de la superficie de uso agrícola con aplicación de riego en México. Con base en estos datos se concluye que los estados con mayor nivel de aplicación de riego son Chihuahua y Sonora.

Se puede observar en los cuadros que los estados con mayor requerimiento de aplicación de riego son Baja California Sur y Baja California, lo que se puede verificar mediante el cociente [Superficie de riego/ superficie agrícola total] que toma el valor de 73% y 69% respectivamente, seguidos por Sonora con 59% de superficie de riego respecto al total de ha. con actividad agrícola. En el resto de las entidades federativas el cociente toma un valor promedio de 24%.

CUADRO 10 SUPERFICIE DE USO AGRÍCOLA POR DISPONIBILIDAD DE AGUA SEGÚN MODALIDAD POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONTINÚA EN LA PÁGINA SIGUIENTE

Entidad federativa	Disponibilidad de agua según modalidad					
	Superficie Agrícola (ha.)	Riego (ha.)	Distrib. [%]	De Temporal (ha.)	Distrib. [%]	Riego/Total [%]
Estados Unidos Mexicanos	30,221,246	5,563,493	100%	24,657,754	100%	18%
Baja California Sur	129,337	94,234	2%	35,103	0%	73%
Baja California	378,513	261,295	5%	117,218	0%	69%
Sonora	1,259,606	748,795	13%	510,811	2%	59%
Chihuahua	2,049,468	732,242	13%	1,317,226	5%	36%
Coahuila de Zaragoza	898,673	304,578	5%	594,095	2%	34%
Colima	202,238	67,228	1%	135,01	1%	33%
Guanajuato	1,030,730	341,955	6%	688,775	3%	33%
Aguascalientes	170,696	50,543	1%	120,154	0%	30%
Querétaro	237,031	68,26	1%	168,772	1%	29%
Morelos	150,219	41,922	1%	108,297	0%	28%
Durango	934,823	185,597	3%	749,226	3%	20%
Hidalgo	587,597	97,791	2%	489,806	2%	17%
Puebla	1,011,643	118,968	2%	892,675	4%	12%
Jalisco	1,694,487	191,968	3%	1,502,519	6%	11%
Zacatecas	1,737,561	198,47	4%	1,539,090	6%	11%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 – INEGI.

En cuanto al sistema de riego, en el Censo Agropecuario se consideran cinco tipos:

1. Canales recubiertos: Construcciones que cuentan con un recubrimiento a fin de suprimir la pérdida ocasionada por la filtración y permitir la conducción eficiente del agua para riego.
2. Canales de tierra: Construcción de tierra que se utiliza para la conducción de agua y que carece de recubrimiento.
3. Aspersión: Mecanismo constituido por tubos o mangueras mediante las cuales es conducida el agua a presión y por medio de boquillas giratorias permite regar todas las plantas.
4. Microaspersión: Mecanismo constituido por tubos o mangueras mediante las cuales es conducida el agua a presión y por medio de boquillas el agua es atomizada, formando una nebulización con la que se riegan las plantas
5. Goteo: Mecanismo constituido por tubos o mangueras mediante las cuales el agua es conducida a presión y por medio de boquillas gotea el agua a la base de cada uno de los árboles o plantas

Los sistemas que requieren presión para la conducción de agua hacen uso de la energía eléctrica para este fin, conformándose las unidades de producción con este tipo de tecnología de riego en las mayores consumidoras de energía, no sólo para el bombeo de agua sino para el riego en sí mismo. Al observar la estructura de México en cuanto a los sistemas de riego en las unidades de producción, los canales de tierra son la técnica más utilizada, seguido de los canales recubiertos. En menor proporción los siguen el riego por aspersión y goteo, y de manera marginal la microaspersión, siendo estos tres tipos los de mayor consumo de energía eléctrica. Esta estructura es coherente con los resultados obtenidos por Muñoz y Flores-Vichy (2009)⁶ en cuanto a las variables que afectan el cambio de tecnología de riego, siendo la tarifa eléctrica una de las más importantes. Según su estudio, ante un aumento en un centavo de la tarifa eléctrica, la probabilidad de adopción de nuevas tecnologías disminuye en 50%. La razón que exponen es que al cambiar de sistema de riego de gravedad al de aspersión, "...los costos esperados de energía aumentan por el incremento en el consumo de energía que se debe a la presurización de agua por el sistema de riego por aspersión."

En este punto merece la pena aclarar que cuando se trata de agua de pozo profundo la proporción de uso de energía para riego es muy pequeña, siendo que casi toda la energía se concentra en el bombeo del pozo. En este contexto, la conclusión expuesta en el párrafo anterior sólo resulta válida para el caso de aguas superficiales.

En cuanto a la estructura de las entidades federativas en relación al sistema de riego utilizado, se mantiene la que se describió para el país en su conjunto, esto quiere decir que la mayoría utiliza canales de tierra para el riego de los cultivos, excepto Baja California Sur donde se utiliza más el riego por goteo. A partir de los datos obtenidos del Censo Agropecuario 2007 (el último censo realizado), se puede decir que el gasto en energía eléctrica de las unidades de producción es mayormente en concepto de bombeo de agua, y en mucha menor medida influye la energía requerida para el funcionamiento de las tecnologías de riego intensivas en electricidad.

⁶ Palacio Muñoz y Flores-Vichi (2009), "El impacto de la tarifa eléctrica subsidiada sobre la adopción de tecnología de riego en México" en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 117

CUADRO 11 PROPORCIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO POR ENTIDAD FEDERATIVA

Sistema de Riego	Estados Unidos Mexicanos	Coahuila de Zaragoza	Durango	Aguascalientes
CANALES RECUBIERTOS	25%	47%	44%	40%
CANALES DE TIERRA	64%	73%	66%	33%
ASPERSIÓN	8%	6%	3%	23%
MICROASPERSIÓN	1%	1%	1%	2%
GOTEO	3%	3%	1%	3%
OTRO	10%	3%	7%	11%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007

CUADRO 11 PROPORCIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Baja California	Querétaro	Zacatecas	Colima
CANALES RECUBIERTOS	40%	36%	32%	31%
CANALES DE TIERRA	61%	53%	54%	60%
ASPERSIÓN	4%	7%	5%	6%
MICROASPERSIÓN	1%	0%	1%	5%
GOTEO	22%	4%	6%	8%
OTRO	2%	13%	11%	8%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 – INEGI

CUADRO 11 PROPORCIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Hidalgo	Sonora	Morelos	Chihuahua
CANALES RECUBIERTOS	31%	29%	29%	28%
CANALES DE TIERRA	79%	79%	72%	56%
ASPERSIÓN	1%	2%	1%	9%
MICROASPERSIÓN	0%	0%	0%	4%
GOTEO	1%	3%	2%	2%
OTRO	7%	4%	10%	15%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 – INEGI

CUADRO 11 PROPORCIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Guanajuato	Puebla	Jalisco	Baja California Sur
CANALES RECUBIERTOS	24%	24%	18%	3%
CANALES DE TIERRA	58%	72%	53%	18%
ASPERSIÓN	8%	6%	17%	8%
MICROASPERSIÓN	0%	0%	1%	3%
GOTEO	1%	1%	7%	49%
OTRO	18%	6%	15%	29%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 – INEGI

Otro criterio para evaluar el consumo de energía eléctrica requerido para las actividades de riego, es el origen del agua. En el Censo Agropecuario 2007 se consideran seis tipos que fueron definidos anteriormente: bordo u hoyo de agua, pozo profundo, pozo a cielo abierto, río, manantial y presa. Como se explicó anteriormente, en el caso del pozo profundo y a

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

cielo abierto es necesario el uso de bombas. La mayor parte de las unidades de producción que extraen agua para riego en México lo hacen de presas, pozo profundo y río casi en la misma proporción, siendo la segunda la de interés en este estudio. De los estados considerados, la que acumula mayor proporción de unidades de producción con pozo profundo es Baja California Sur, donde el 74% de sus predios extraen agua para riego de pozo profundo. Otros estados donde la mayor parte del agua se extrae de pozo profundo son: Aguascalientes (67%), Zacatecas (62%), Guanajuato (49%), Querétaro (46%), Puebla y Chihuahua (45%). Cabe resaltar que al basarse estos cálculos en unidades de producción, es posible que algunas de ellas se provean de agua de más de una fuente. Por esta razón, se puede observar que en los cuadros donde se expone la distribución de las unidades de producción por origen del agua, los porcentajes no sumen 100%.

CUADRO 12 UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO POR ENTIDAD FEDERATIVA

Entidad federativa	ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO			
	BORDO U HOYA DE AGUA	Distribución [%]	POZO PROFUNDO	Distribución [%]
<i>Estados Unidos Mexicanos</i>	31,003	100%	176,433	100%
Aguascalientes	203	1%	4,484	3%
Baja California	70	0%	2,125	1%
Baja California Sur	36	0%	1,842	1%
Chihuahua	333	1%	8,039	5%
Coahuila de Zaragoza	139	0%	3,033	2%
Colima	214	1%	1,789	1%
Durango	407	1%	4,482	3%
Guanajuato	1,595	5%	23,312	13%
Hidalgo	1,463	5%	4,751	3%
Jalisco	1,784	6%	8,126	5%
Morelos	1,422	5%	2,749	2%
Puebla	2,891	9%	24,149	14%
Querétaro	1,101	4%	5,183	3%
Sonora	262	1%	3,734	2%
Zacatecas	580	2%	14,757	8%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 12 UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Entidad federativa	ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO
--------------------	----------------------------

	POZO A CIELO ABIERTO	Distribución [%]	RÍO	Distribución [%]
<i>Estados Unidos Mexicanos</i>	20,402	100%	162,801	100%
Aguascalientes	116	1%	60	0%
Baja California	153	1%	2,141	1%
Baja California Sur	225	1%	17	0%
Chihuahua	476	2%	3,768	2%
Coahuila de Zaragoza	115	1%	2,111	1%
Colima	52	0%	2,470	2%
Durango	237	1%	4,676	3%
Guanajuato	571	3%	6,172	4%
Hidalgo	186	1%	8,522	5%
Jalisco	758	4%	5,670	3%
Morelos	105	1%	6,705	4%
Puebla	1,348	7%	10,013	6%
Querétaro	336	2%	1,242	1%
Sonora	1,485	7%	2,308	1%
Zacatecas	674	3%	815	1%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 12 UNIDADES DE PRODUCCIÓN SEGÚN ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Entidad federativa	ORIGEN DEL AGUA PARA RIEGO					
	MANANTIAL	Distrib. [%]	PRESA	Distrib. [%]	OTRA	Distrib. [%]
<i>Estados Unidos Mexicanos</i>	48,577	100%	201,376	100%	14,715	100%
Aguascalientes	55	0%	2,389	1%	34	0%
Baja California	28	0%	363	0%	44	0%
Baja California Sur	217	0%	155	0%	67	0%
Chihuahua	756	2%	5,097	3%	435	3%
Coahuila de Zaragoza	2,224	5%	6,258	3%	320	2%
Colima	265	1%	2,136	1%	35	0%
Durango	690	1%	6,954	3%	182	1%
Guanajuato	423	1%	17,375	9%	536	4%
Hidalgo	2,681	6%	27,812	14%	1,462	10%
Jalisco	1,089	2%	8,791	4%	384	3%
Morelos	3,706	8%	1,406	1%	263	2%
Puebla	6,839	14%	10,060	5%	898	6%
Querétaro	604	1%	3,852	2%	102	1%
Sonora	265	1%	7,697	4%	159	1%
Zacatecas	853	2%	6,594	3%	80	1%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 13 DISTRIBUCIÓN DEL ORIGEN DEL AGUA POR ENTIDAD FEDERATIVA

Sistema de Riego	Estados Unidos Mexicanos	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur
BORDO U HOYA DE AGUA	5%	3%	1%	1%
POZO PROFUNDO	28%	67%	44%	74%
POZO A CIELO ABIERTO	3%	2%	3%	9%
RÍO	26%	1%	45%	1%
MANANTIAL	8%	1%	1%	9%
PRESA	32%	36%	8%	6%
OTRA	2%	1%	1%	3%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 13 DISTRIBUCIÓN DEL ORIGEN DEL AGUA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Chihuahua	Coahuila de Zaragoza	Colima	Durango
BORDO U HOYA DE AGUA	2%	1%	4%	2%
POZO PROFUNDO	45%	22%	35%	27%
POZO A CIELO ABIERTO	3%	1%	1%	1%
RÍO	21%	15%	48%	28%
MANANTIAL	4%	16%	5%	4%
PRESA	29%	45%	42%	42%
OTRA	2%	2%	1%	1%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 – INEGI

CUADRO 13 DISTRIBUCIÓN DEL ORIGEN DEL AGUA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Guanajuato	Hidalgo	Jalisco	Morelos
BORDO U HOYA DE AGUA	3%	3%	7%	9%
POZO PROFUNDO	49%	10%	32%	18%
POZO A CIELO ABIERTO	1%	0%	3%	1%
RÍO	13%	19%	22%	43%
MANANTIAL	1%	6%	4%	24%
PRESA	36%	61%	34%	9%
OTRA	1%	3%	2%	2%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

CUADRO 13 DISTRIBUCIÓN DEL ORIGEN DEL AGUA POR ENTIDAD FEDERATIVA – CONT.

Sistema de Riego	Puebla	Querétaro	Sonora	Zacatecas
BORDO U HOYA DE AGUA	5%	10%	2%	2%
POZO PROFUNDO	45%	46%	25%	62%
POZO A CIELO ABIERTO	3%	3%	10%	3%
RÍO	19%	11%	15%	3%
MANANTIAL	13%	5%	2%	4%
PRESA	19%	34%	51%	28%
OTRA	2%	1%	1%	0%

Fuente: elaboración propia con base en Censo Agropecuario 2007 - INEGI

4.3. Principales productos agrícolas

A fin de estratificar el análisis en base a lo propuesto en los TdR, se determinaron en esta sección los principales productos agrícolas de los estados objetivos de este estudio. Para ello se poseen dos fuentes: el Censo Agropecuario 2007, elaborado por el INEGI; y el Monitor Agroeconómico de SAGARPA. En el Censo Agropecuario 2007, la información por cultivo se presenta por ciclo (PV-OI-PRN) sin referencia al origen del agua para el riego. Esta fuente de información es incompleta a los fines de este análisis, ya que este estudio se centra en los cultivos que requieren aplicación de riego. Por otro lado, el Monitor Agroeconómico contiene información económica y de producción de las principales actividades agropecuarias por entidad federativa incluyendo el volumen de producción de los cultivos que requieren aplicación de riego para los años 2007, 2008 y 2009, siendo los datos de este último año estimaciones realizadas por la Dirección General de Estudios Agrarios y Pesqueros (DFEAP). Dado que el Monitor Agroeconómico presenta la información de los principales cultivos según origen del agua (riego o temporal), se utiliza esta fuente para determinar los productos a estudiar.

A continuación se presentan los cuadros que contienen los principales cultivos de cada uno de los 15 Estados previamente seleccionados, el volumen de producción y la participación de dichos cultivos como porcentaje del total.

CUADRO 14 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – AGUASCALIENTES

Producto	AGUASCALIENTES					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Maíz Forrajero	743.5	82%	750.2	81%	758.5	81%
Avena Forrajera	92.2	10%	83.8	9%	88.9	10%
Maíz Grano	38	4%	47.3	5%	44.7	5%
Lechuga	24.4	3%	31.3	3%	30.8	3%
Chile Verde	8.7	1%	10.4	1%	11.1	1%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 15 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – BAJA CALIFORNIA

Producto	BAJA CALIFORNIA					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Trigo	480.4	48%	528	56%	516	52%
Jitomate	196.4	19%	190.1	20%	203.6	20%
Cebolla	199.2	20%	112.1	12%	150	15%

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

Producto	BAJA CALIFORNIA					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Algodón	85.7	8%	43.3	5%	66.6	7%
Fresa	49.3	5%	70.9	8%	62.2	6%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 16 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – BAJA CALIFORNIA SUR

Producto	BAJA CALIFORNIA SUR					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Jitomate	132.8	53%	110.8	47%	138.6	51%
Chile verde	46.9	19%	51.3	22%	57.9	21%
Maíz Grano	27.3	11%	28.2	12%	29.5	11%
Papa	24.5	10%	27.4	12%	26.4	10%
Trigo Grano	18.8	8%	18.7	8%	19.4	7%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 17 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – CHIHUAHUA

Producto	CHIHUAHUA					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Chile Verde	564.3	41%	416.7	39%	542.3	45%
Avena Forrajera	385.2	28%	318.1	30%	342.5	28%
Cebolla	252.4	18%	206.2	19%	213	18%
Algodón	176.7	13%	124.5	12%	114.7	9%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 18 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – COAHUILA

Producto	COAHUILA					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Sorgo Forrajero Verde	975.5	43%	944.9	44%	919.3	43%
Maíz Forrajero	560.2	25%	546.5	25%	560.7	26%
Avena Forrajera	553.7	25%	502.3	23%	492.4	23%
Melón	106	5%	104.3	5%	106.6	5%
Jitomate	56.2	2%	49.6	2%	58	3%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008
 * Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 19 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – COLIMA

Producto	COLIMA					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Sandía	52	39%	51.6	37%	52.6	35%
Melón	39	29%	46.8	34%	50.1	34%
Sorgo Forrajero Verde	18.6	14%	17.8	13%	18.3	12%
Chile Verde	12.8	10%	14.7	11%	15.8	11%
Maíz Grano	11.5	9%	8.8	6%	11.5	8%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008
 * Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 20 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – DURANGO

Producto	DURANGO					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Maíz Forrajero	1,168.30	54%	1,056.80	53%	1,134.40	52%
Avena Forrajera	419	19%	441.1	22%	450.7	21%
Sorgo Forrajero	314.9	14%	277.1	14%	309.5	14%
Maíz Grano	199.6	9%	168.9	8%	213.9	10%
Melón	70.1	3%	51.5	3%	74.7	3%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008
 * Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 21 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – GUANAJUATO

Producto	GUANAJUATO					
	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Sorgo grano	1,020.00	35%	1,093.40	35%	1,136.60	35%
Maíz Grano	966.3	33%	935	30%	1,044.60	32%
Trigo grano	496	17%	592.2	19%	584.6	18%
Maíz Forrajero	234.8	8%	244.6	8%	248.8	8%
Cebada	203.4	7%	237	8%	264.5	8%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008
 * Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 22 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – HIDALGO

Producto	HIDALGO					
----------	---------	--	--	--	--	--

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

	Volumen de producción					
	(miles de toneladas)					
	2007		2008^a		2009*	
Maíz Grano	366	89%	375.6	90%	395.4	88%
Frijol	18.9	5%	16.7	4%	21.2	5%
Chile Verde	13.2	3%	10.5	3%	19.2	4%
Ejote	13.9	3%	13.8	3%	13.8	3%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 23 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – JALISCO

Producto	JALISCO					
	Volumen de producción					
	(miles de toneladas)					
	2007		2008^a		2009*	
Maíz Forrajero	726.3	51%	591	45%	744.8	51%
Maíz Grano	202.3	14%	248.1	19%	231.2	16%
Trigo	154	11%	179.4	14%	165.7	11%
Sandía	119.5	8%	136	10%	131	9%
Jitomate	141.5	10%	108.7	8%	122.3	8%
Chile	78.6	6%	63.9	5%	76.7	5%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 24 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – MORELOS

Producto	MORELOS					
	Volumen de producción					
	(miles de toneladas)					
	2007		2008^a		2009*	
Cebolla	74	57%	83.3	64%	93.4	65%
Calabacita	25	19%	20.9	16%	21.2	15%
Arroz Palay	10.1	8%	13.5	10%	15.5	11%
Pepino	21.1	16%	12.5	10%	13.6	9%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 25 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – PUEBLA

Producto	PUEBLA					
	Volumen de producción					
	(miles de toneladas)					
	2007		2008^a		2009*	
Maíz Grano	208.1	45%	189.5	39%	200.9	43%
Maíz Forrajero	122.8	27%	164.5	34%	135.4	29%
Zanahoria	66.9	15%	66.2	14%	67.1	15%

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

PUEBLA						
Producto	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
	Cebolla	61	13%	61.7	13%	58.8

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 26 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – QUERÉTARO

QUERETARO						
Producto	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
	Maíz Forrajero	623.9	66%	703.9	68%	599.5
Maíz Grano	194.1	21%	199.4	19%	206.9	22%
Avena Forrajera	58.3	6%	63	6%	56.5	6%
Sorgo grano	44.8	5%	49.2	5%	56.8	6%
Jitomate	19.7	2%	25.9	2%	18.7	2%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

CUADRO 27 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – SONORA

SONORA						
Producto	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
	Trigo grano	ND		1,769.70	75%	2,038.00
Papa	ND		389.4	17%	356.9	14%
Melón	80.9	43%	84.4	4%	85.6	3%
Jitomate	63.5	34%	45	2%	60.1	2%
Garbanzo grano	ND		21.8	1%	35.2	1%
Cebolla	43.3	23%	37	2%	27.2	1%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

ND: No Disponible

CUADRO 28 CULTIVOS PRINCIPALES CON RIEGO – ZACATECAS

ZACATECAS						
Producto	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
	Chile Verde	209.2	28%	228.5	33%	259.2
Maíz Grano	203.5	27%	173.3	25%	182.3	25%
Avena Forrajera	174.8	23%	156.6	23%	134.9	18%
Cebolla	118.7	16%	103	15%	123.9	17%

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

ZACATECAS						
Producto	Volumen de producción (miles de toneladas)					
	2007		2008 ^a		2009*	
Frijol	42.3	6%	32.3	5%	33.2	5%

Fuente: elaboración propia con base en Monitor Agroeconómico 2009 - SAGARPA

Notas: ^a Cifras preliminares al 31 de diciembre de 2008

* Estimado DGEAP con datos SIAP de 1980 a 2008

En los principales cultivos de las entidades federativas a analizar predominan los cereales, como maíz, avena, trigo, sorgo, que se encuentran presentes en todos los Estados. En menor medida se cultivan otro tipo de productos agrícolas que varían entre zonas, como chile, lechuga, cebolla, jitomate, papa, sandía, melón, etc.

4.4. Costos de producción de principales productos agrícolas

La información para realizar el análisis de la participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción de los principales productos agrícolas provino de los estudios de Costos de Producción realizados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y de la información sectorial de Rentabilidad y Costos de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).

Los costos de producción de SIAP se encuentran divididos en tres grandes conceptos:

1. Labores: todas aquellas actividades emprendidas para llevar a cabo el proceso productivo;
2. Insumos: todos los insumos adquiridos para la producción, así como aquellos aportados por el productor;
3. Gastos diversos: aquellos gastos indicados por la mayoría de los productores como parte de las erogaciones adicionales requeridas para poder efectuar el proceso productivo.

Por lo tanto, el monto identificado como costo de producción representa la inversión total en recursos humanos y materiales, así como gastos adicionales, requeridos para la producción de un determinado bien de consumo. Cabe aclarar que el registro en el cuestionario de la encuesta para calcular los datos es el costo por cada vez que realiza la labor en una (1) hectárea y se pondera por la cantidad de veces que se realiza. Este último dato es el que se utiliza en este análisis.

En el concepto de gastos diversos se encuentra el rubro de "Energía Eléctrica", siendo el que más se ajusta a las necesidades de este estudio. Al realizar una revisión de la información contenida en los registros de costos de producción, se observa que algunos de

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

los productos no incluyen dicho rubro, por lo tanto, se incorporan en el análisis sólo los cultivos donde se ha registrado el costo de energía eléctrica. En las notas metodológicas referentes al cálculo de los costos de producción agropecuaria del SIAP, no se encuentra la definición del rubro “Energía Eléctrica”.

En el caso de FIRA, también se incluye un rubro de “Energía Eléctrica” en cultivos que requieren aplicación de riego, cuya definición es la siguiente:

“Energía Eléctrica: Anotar como concepto el consumo de energía eléctrica, como unidad el Kilo watt (kW), el número de kW consumido por hora, el costo unitario del kWh y el costo total por hectárea. Cuando hay extracción de agua de pozos profundos el costo de energía eléctrica es importante.”⁷

El cálculo de los costos de producción se realiza por producto a nivel de entidad federativa y para cada categoría tecnológica, que se describe en el cuadro a continuación:

CUADRO 29 CATEGORÍAS TECNOLÓGICAS

Sigla	Descripción
BCF	Riego por bombeo, semilla criolla y con fertilizante
BCS	Riego por bombeo, semilla criolla y sin fertilizante
BMF	Riego por bombeo, semilla mejorada y con fertilizante
BMS	Riego por bombeo, semilla mejorada y sin fertilizante
GCF	Riego por gravedad, semilla criolla y con fertilizante
GCS	Riego por gravedad, semilla criolla y sin fertilizante
GMF	Riego por gravedad, semilla mejorada y con fertilizante
GMS	Riego por gravedad, semilla mejorada y sin fertilizante
TCF	Temporal, semilla criolla y con fertilizante
TCS	Temporal, semilla criolla y sin fertilizante
TMF	Temporal, semilla mejorada y con fertilizante
TMS	Temporal, semilla mejorada y sin fertilizante

Fuente: Estructura de Costos de Producción - SIAP

A partir de esta información, se seleccionaron los cultivos que requieren riego por bombeo, en cualquiera de las cuatro tecnologías descritas en el cuadro, y se calculó la participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción.

⁷ *Elaboración de Costos de Producción Agrícolas*, Boletín Informativo, Nueva Época, Número 4, Año 2009, FIRA

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

Al efectuar el análisis se observó que el cálculo de los costos de producción se realizó sobre una cantidad mayor de productos que los determinados como los principales según el Monitor Agroeconómico. Por lo cual, a pesar de haber hecho una selección previa con base en esa fuente, se realizó el análisis para todos los productos cuya tecnología implica la aplicación de riego, aunque se resaltan en los cuadros correspondientes los cultivos seleccionados como principales en la sección anterior.

Por último, antes de continuar con el análisis, cabe aclarar que el cálculo de costos de producción agrícola de SIAP y FIRA no se realiza en todas las entidades federativas, por lo que se presentan solo los disponibles en estas dos entidades.

A continuación se presentan los cultivos para los cuales se registran costos de energía eléctrica por hectárea, el costo total de producción y la relación entre los dos conceptos. Las entidades federativas con resultados de costos publicados por SIAP y FIRA son: Chihuahua, Colima, Guanajuato, Puebla y Sonora. Cabe aclarar que los cultivos resaltados se incluyen dentro de los principales productos agrícolas según el Monitor Agroeconómico.

CUADRO 30 COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA / COSTO TOTAL

Entidad Federativa	Sistema-Producto	Ciclo y Año Agrícolas	Característica Tecnológica	Costo de Energía eléctrica (\$/kWh)	Costo Total por Hectárea (\$)	Costo EE/Costo Total de Producción [%]
Chihuahua	Manzana	PRN 2007	BMF	2,167	45,713	4.7%
Chihuahua	Maíz grano	PV 2007	BMF	1,969	41,924	4.7%
Chihuahua	Cacahuete	PV 2007	BMF	500	10,663	4.7%
Chihuahua	Chile seco	PV 2007	BCF	2,500	93,627	2.7%
Chihuahua	Sandía	PV 2007	BMF	750	57,317	1.3%
Chihuahua	Chile verde	PV 2007	BMF	1,333	167,912	0.8%
Chihuahua	Papa	PV 2007	BMF	833	331,407	0.3%
Coahuila	Alfalfa	-	Bombeo	8,660	28,637	30.2%
Coahuila	Maíz forrajero	-	Bombeo	1,575	17,688	8.9%
Colima	Melón	PV 2007	BMF	1,100	525,883	0.2%
Guanajuato	Alfalfa	-	Bombeo	5,458	33,033	16.5%
Guanajuato	Trigo	OI 2007-2008	Bombeo	890	12,126	7.3%
Guanajuato	Maíz blanco	PV 2007	BMF	1,111	16,486	6.7%
Guanajuato	Sorgo	PV 2007	BMF	650	13,549	4.8%
Puebla	Zanahoria	PV 2007	BMF	750	36,772	2.0%
Puebla	Alfalfa verde	PRN 2007	BMF	120	16,210	0.7%
Sonora	Trigo	-	Bombeo	1,310	17,386	7.5%
Sonora	Tomate rojo	PV 2007	BMF	2,800	51,979	5.4%
Sonora	Tomate verde	PV 2007	BMF	2,700	51,979	5.2%
Sonora	Maíz grano	OI 2007-2008	BMF	1,400	51,979	2.7%
Sonora	Sandía	PV 2007	BMF	1,400	51,979	2.7%

Fuente: elaboración propia con base en Estructura de Costos de Producción – SIAP y FIRA

Tarea 4.3.1 Informe N° 50: Participación de los costos de energía eléctrica en los costos totales de producción agrícola. 7762

Como se puede observar, el cultivo con mayor incidencia de la energía eléctrica en los costos totales es la alfalfa en Coahuila, donde el costo del recurso equivale al 30% del total. El promedio de la participación del costo de energía eléctrica en el total de costos es 5.7% incluyendo este cultivo. Si se deja fuera del cálculo este producto, considerando que es un caso especial, el promedio desciende a 4.5%, alcanzando el mayor valor del indicador la alfalfa en Guanajuato con 16.5%. A este cultivo le siguen el trigo en Sonora (7.5%) y en Guanajuato (7.3%) y el maíz blanco también en este último estado (6.7%). En el otro extremo se encuentran el melón en Colima (0.2%) y la papa en Chihuahua (0.3%).

Los cultivos que se encuentran más cerca de la media son la manzana, el maíz grano y el cacahuate en Chihuahua (todos 4.7%) y el sorgo en Guanajuato (4.8%). Por otro lado, los cultivos de Guanajuato se encuentran todos sobre la media, mientras que en Colima y Puebla sus productos registran una incidencia menor al promedio. En el caso de Chihuahua y Sonora, los valores del indicador se distribuyen casi equitativamente por encima y por debajo del promedio.

En cuanto al ciclo agrícola, la mayoría de los productos pertenecen a primavera – verano (PV), período en el cual, debido a que coincide con el estiaje, los cultivos requieren mayores niveles de riego, y el uso de las bombas es más intensivo en esa época del año. Asimismo, no puede extraerse ninguna conclusión respecto a la incidencia del costo de energía eléctrica en el costo total por ciclo agrícola, ya que la variabilidad es importante, tanto en el ciclo PV como en los pocos casos que se presentan de perenne (PRN) y otoño – invierno (OI).

5. Conclusiones

Es deseable destacar que no se dispone de abundante información sobre los costos de energía eléctrica, por lo cual el análisis se limitó a la información disponible.

Con estas limitaciones, es posible concluir que el subsidio actualmente existente en las tarifas de riego agrícola ha permitido mantener, en términos generales, la participación de los costos de energía eléctrica en el costo total de producción de los principales productos agrícolas en niveles relativamente bajos. En efecto, la incidencia de los costos de la electricidad en los costos totales de producción se mantiene en un promedio de 4.5%, con un máximo de 16% en Guanajuato y un mínimo de 0.2% en Colima. Este promedio excluye la alfalfa de Coahuila que registra una participación de 30% del costo de la electricidad sobre los costos totales.

La zona de La Laguna, que comprende al municipio de Torreón en Coahuila y al de Gómez Palacio en Durango, es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica para bombeo de

riego agrícola en México. Allí destaca el forraje para el ganado, ya que es la principal zona productora de leche en el país. El acuífero de la región está sobreexplotado. Esto, aunado a las altas necesidades de agua para la alfalfa, explica el 30% de incidencia de la electricidad en los costos de producción.

El presente análisis permitió, además de estimar la incidencia del costo de la electricidad para riego en los costos de producción agrícola, comprender la relación entre la tarifa eléctrica subsidiada para bombeo agrícola y la problemática del medio ambiente asociada a la disponibilidad o insuficiencia de agua.

El análisis de los subsidios al sector agrícola no debe abordarse solamente desde el punto de vista de la incidencia del costo de la electricidad en el costo total de producción agrícola, sino también considerando como un problema importante la sustentabilidad de la producción futura y de la vida misma de las comarcas debida a la sobreexplotación de los acuíferos. En efecto, la combinación de tarifas eléctricas para bombeo agrícola fuertemente subsidiadas con el hecho de que el sector agrícola mexicano no paga derechos por el consumo de agua para riego induce al desperdicio y al manejo ineficiente del agua en el sector.

Debe tomarse en cuenta que, además de que el agua es gratuita, tampoco se cobran derechos derivados de la contaminación en el sector agrícola. Debe recordarse en este marco, que el sector registra el mayor uso consuntivo del agua con el 77% del volumen concesionado.

Lo anterior permite concluir que los subsidios en las tarifas eléctricas al sector agrícola no pueden ser analizados de forma aislada, y el problema trasciende al sector eléctrico. El uso sostenible del agua en México demanda políticas de estado interdisciplinarias que permitan abordar el problema de la sostenibilidad del sector con un enfoque integrado.

En este marco, las tarifas eléctricas al sector agrícola deben analizarse como mínimo con dos visiones: desde el punto de vista económico, se busca que el costo de la energía eléctrica no impacte negativamente en la competitividad del sector agrícola y se asegure la progresividad de la política de dicho sector. Por otro lado, cualquier política hacia el sector debe reconocer que las tarifas eléctricas adquieren relevancia como recurso en el uso regulado y controlado del agua, el cual aparece como un problema actual en México.

BIBLIOGRAFÍA

- VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, INEGI, 2007
- Elaboración de Costos de Producción Agrícolas, Boletín Informativo, Nueva Época, Número 4, Año 2009, FIRA
- Estadísticas del Agua, Edición 2008, CONAGUA
- Estructuras de Costos de Producción del estado de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Colima, Puebla y Sonora – SIAP, 2007
- Información sectorial, Rentabilidad y costos, FIRA, estados de Baja California y Guanajuato
- Jain, Varinder (2007), "*Political Economy of Electricity Subsidy: Evidence from Punjab*", en Munich Personal RePEc Archive
- Monitor Agroeconómico 2009 del estado de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Puebla, Querétaro, Sonora y Zacatecas; Abril 2009
- Lucio Monari (2002), "*A Reality Check on Subsidizing Power for Irrigation in India*", en Viewpoint, Private Sector and Infrastructure Network, The World Bank Group
- Palacio Muñoz y Flores-Vichi (2009), "*El impacto de la tarifa eléctrica subsidiada sobre la adopción de tecnología de riego en México*" en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 117
- Vidyut, Joshi y Akash, Acharya (2005), "*Addressing Agricultural Power Subsidy: A case study of North Gujarat*", Center for Social Studies, Veer Narmad South Gujarat University Campus, Gujarat State, India