

<https://doi.org/10.23913/ciba.v8i16.94>

*Artículos Científicos*

## **Factibilidad financiera de infraestructura solar para pequeños y medianos agricultores y productores de nuez en Delicias, Chihuahua**

***Financial Feasibility of Solar Infrastructure for Small and Medium Sized  
Farmers and Pecan Nuts Producers in Delicias, Chihuahua***

***Viabilidade financeira da infraestrutura solar para pequenos e médios  
agricultores e produtores de nozes em Delicias, Chihuahua***

**José Esteban Hernández Salas**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, México

[jesalas@uach.mx](mailto:jesalas@uach.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-0462-434X>

**Walter Márquez Fierro**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Economía Internacional, México

[wmarquez@uach.mx](mailto:wmarquez@uach.mx)

<https://orcid.org/0000-00021632-0776>

**Jerónima Antonieta Pérez**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, México

[jeperez@uach.mx](mailto:jeperez@uach.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-8290-1739>

**María Guadalupe Macías López**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

[gmacias@uach.mx](mailto:gmacias@uach.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-4823-7651>



## Resumen

La producción sostenible de energía eléctrica ha cobrado cada vez mayor preponderancia en el desenvolvimiento de todas las actividades humanas. De las muchas actividades humanas que son fundamentales garantizar su sustentabilidad, la producción agrícola es vital, puesto que la accesibilidad a los alimentos es uno de los mayores logros en los que ha podido avanzar la humanidad. Con la visión de buscar que la actividad agrícola de México se dirija a la vanguardia energética, este estudio se propuso determinar la factibilidad que puede tener la implementación de paneles solares para irrigación fotovoltaica en nogaleras en comunidades de pequeños y medianos agricultores de la región de Delicias, Chihuahua, México. Para ello se procedió a hacer un estudio de campo con productores de la región para evaluar los costos financieros y las infraestructuras necesarias para la implementación de dicha tecnología. El análisis respectivo arrojó resultados que mostraron que no es factible la inversión financiera de productores en paneles solares que puedan almacenar y conducir la energía solar necesaria en el bombeo para irrigación de nogaleras de la región por los altos costos de inversión inicial que requieren, así como unas tasas de retorno de inversión que oscilan entre 9 % y 13 % después de los 20 meses. En conclusión, actualmente se evidencia que la competitividad en el mercado y la sostenibilidad a largo plazo de los recursos energéticos siguen siendo conceptos dicotómicos, lo que hace imperativo seguir estudiando las posibilidades de tender puentes que garanticen un futuro energético sostenible para las comunidades agrícolas de la región.

**Palabras claves:** energía, fotovoltaica, panel, rentabilidad, solar.

## Abstract

The production and sustainability of electrical energy has become increasingly important in the development of all human activities. Of the many human activities that are essential to ensure their sustainability, agricultural production is the most vital, since accessibility to food is one of the greatest achievements in which humanity has been able to advance. With the vision of directing Mexico's agricultural activity to the energy vanguard, this study represents an action research on the feasibility of implementing sustainable forms of energy production such as solar panels in communities of small and medium farmers in the region of Delicias, Chihuahua, Mexico. To this end, a field study was conducted with producers in the region to

evaluate the financial costs and infrastructure needed for the implementation of solar panels. The respective analysis yielded results that showed that it is not very feasible for producers to invest in solar panels that can store and conduct solar energy for the generation of energy needed in the photovoltaic pumping for irrigation of vegetables and walnuts in the region due to the high initial investment costs they require, as well as a rate of return on investment that ranges between 9% and 13% after 20 months. In conclusion, it is currently evident that market competitiveness and long-term sustainability of energy resources remain as dichotomous concepts, which makes it imperative to continue studying the possibilities of building bridges to ensure a sustainable future for farming communities in Mexico.

**Keywords:** energy, photovoltaics, panel, profitable, solar.

## Resumo

A produção sustentável de eletricidade tornou-se cada vez mais importante no desenvolvimento de todas as atividades humanas. Das muitas atividades humanas fundamentais para garantir sua sustentabilidade, a produção agrícola é vital, uma vez que a acessibilidade aos alimentos é uma das maiores conquistas em que a humanidade conseguiu avançar. Com o objetivo de buscar que a atividade agrícola do México seja direcionada à vanguarda da energia, este estudo teve como objetivo determinar a viabilidade da implementação de painéis solares para irrigação fotovoltáica em nogaleras em comunidades de pequenos e médios agricultores na região de Delicias, Chihuahua, México. Para isso, foi realizado um estudo de campo com produtores da região para avaliar os custos financeiros e a infraestrutura necessária para a implementação da referida tecnologia. A respectiva análise produziu resultados que mostraram que o investimento financeiro de produtores em painéis solares que podem armazenar e conduzir a energia solar necessária no bombeamento para irrigação de nogaleras na região não é viável devido aos altos custos de investimento inicial que eles exigem, bem como taxas de retorno do investimento que variam entre 9% e 13% após 20 meses. Concluindo, é atualmente evidente que a competitividade do mercado e a sustentabilidade a longo prazo dos recursos energéticos permanecem conceitos dicotômicos, o que torna imperativo continuar estudando as possibilidades de construção de pontes que garantam um futuro energético sustentável para as comunidades agrícolas da região. região.

**Palavras-chave:** energia, fotovoltáica, painel, rentabilidade, solar.



## Introducción

Es bien sabido que la electricidad puede ser generada por diversas fuentes alternas. Las consideradas fuentes limpias que utilizan recursos renovables suelen ser más costosas en cuanto a su inversión inicial y menos confiables que las tradicionales por un retorno de inversión a largo plazo (seis o siete años después de la inversión inicial). Sin duda este es el motivo por el cual los combustibles fósiles continúan siendo la fuente principal de generación eléctrica. Sin embargo, las energías renovables han cobrado en el discurso vital importancia como estrategias de mitigación al cambio climático y esto ha provocado que se tenga en cuenta algún tipo de política pública o estrategia que se enfoque en la conservación y eficiencia energéticas, a la reducción de emisiones y al uso de fuentes renovables como la solar (Hess, 2009).

En muchas regiones del mundo se han observado conjuntos de agricultores que producen a través de energía solar, lo cual ha dado origen a las llamadas *comunidades energéticas* (St. Denis y Parker, 2009). Este término se refiere a aquellos productores que tienen la capacidad de administrar sus recursos eléctricos y hacerse partícipes activos de la oferta y la demanda eléctrica de su comunidad (Hess, 2009; Laborgne, 2011; St. Denis y Parker, 2009).

Estas comunidades son descritas en la literatura como aquellas que cuentan con la capacidad de administrarse, adoptando algún tipo de producción y administración local de energía y logrando establecer un vínculo cercano entre la generación y el consumo, lo que promueve un entorno sostenible de beneficios económicos (Hess, 2009; St. Denis y Parker, 2009).

Dichos conjuntos han sido exitosos en contextos de países desarrollados, en donde las comunidades tienden a ser pequeñas, generalmente rurales; en donde los esfuerzos de gobiernos locales y nacionales por implementar el uso de energías renovables han sido notables (St Denis y Parker, 2009). En países como Canadá, Alemania, Japón y más recientemente Estados Unidos se han implementado planes de comunidades energéticas por alrededor de 10 años y han sido verdaderamente exitosos en cuanto a la adopción de tecnologías renovables para la generación energética (Hess, 2009; St. Denis y Parker, 2009).

Este auge se debe principalmente a un ambiente de política pública favorable en el que se promueven abiertamente el uso y la generación de energías alternativas a través de incentivos y normas en las legislaciones nacionales que buscan dar cumplimiento a las políticas y acuerdos internacionales de la agenda verde.

En los países en vías de desarrollo como México, y en sus regiones en particular, diversos factores limitan la adopción de este tipo de iniciativas, incluyendo los niveles de pobreza, corrupción y la falta de una política energética sustentable que promueva este tipo de propuestas integrales.

Un modelo de comunidades energéticas que se ha sugerido para países con una economía emergente es el propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Sistemas Integrados de Alimentos y Energía (IFES, por sus siglas en inglés), cuyo fin es aliviar la pobreza energética y la inseguridad alimentaria en los países en vías de desarrollo (Bogdanski, 2010). Al integrar la producción energética con la alimentaria para pequeños productores, los cuales se consideran el mayor grupo de productores agrícolas a nivel mundial (Bogdanski *et al.*, 2010), se puede mejorar la seguridad de ambas a nivel local y hasta nacional, al mismo tiempo que se reduce la pobreza extrema y el impacto ambiental provocado por el consumo energético de otras fuentes no renovables.

En el caso de México, y particularmente de Delicias, Chihuahua, las actuales tendencias de transformación global, tales como el crecimiento poblacional, el desarrollo económico y el cambio climático, propician que recursos como el agua, la energía, el uso de tierra y la mano de obra se encuentren seriamente bajo presión para apoyar el desarrollo socioeconómico y mantener la demanda de servicios. Adicional a esto, la apertura de los mercados acentúa esta presión para los productores de ser cada vez más competitivos: reducir sus costos de producción, certificarse para mejorar los procesos de calidad y adoptar nuevas tecnologías que les permitan ser más productivos y más eficientes. Esto ha afectado en gran medida a los pequeños productores de la región, quienes, al verse limitados, muchas veces deciden abandonar la tierra y migrar a otras ciudades o países (Bogdanski *et al.*, 2010).

Llegado a este punto es necesario volver unos pasos hacia atrás y aclarar que la mayoría de los IFES que existen integran, como su propia denominación lo anticipa, cultivos de alimentos y energéticos: los primeros pueden ser colocados en el mismo terreno que tecnologías de energías renovables como la solar y la eólica.

Resulta, entonces, de vital importancia el saber si existe la factibilidad de inversión financiera de instalación de paneles solares sobre la producción alimentaria.

## Materiales y métodos

La metodología empleada para determinar la factibilidad financiera de infraestructura de papel solar para irrigación fotovoltaica fue la investigación-acción práctica, que, en los términos de Burns (2007), tuvo como facilitadora a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua al integrar a los productores de la región a través de talleres de capacitación, y lograr así generar y transferir tecnología del *know-how* en los distintos tipos de agronegocios.

La metodología permitió saber la pertinencia de adaptación de energía solar en los pequeños y medianos agricultores y productores de nuez en Delicias, Chihuahua, México, desde el punto de vista técnico financiero.

En el caso de México, y particularmente de las regiones del estado de Chihuahua, se debe remontar el análisis a las condiciones competitivas en las que deben de estar los productores para seguir en el mercado. Por lo tanto, resulta imperante explorar diversas formas de generar alternativas eficientes para la producción del campo agrícola. Ello orientado a que los productores de Chihuahua puedan mejorar sus niveles de vida, e inclusive generar una sinergia de desarrollo y crecimiento económico en sus diversas comunidades. Bajo dicha hipótesis se procedió a analizar la factibilidad de implementar paneles fotovoltaicos en la región ya especificada. Se realizó un estudio financiero de algunos posibles proveedores de paneles solares que pudieran proveer información en cuanto a sus costos de inversión y así poder establecer corridas financieras.

Este estudio analizó los presupuestos que se manejan a partir de los materiales necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Esto en conjunto con estimaciones de los costes de energía producida y energía ahorrada a través de los paneles fotovoltaicos, que arrojaron montos del ahorro que se obtendría en lapsos de tiempo anuales. Lo anterior permitió visualizar en qué momento el proyecto empezaría a ser competitivo financieramente. Todo lo aquí dicho se ve reflejado en las tablas de elaboración propia ubicadas más adelante.

## **Recolección, procesamientos y análisis de datos**

- Congregación de productores de la región de Delicias interesados en evaluar la factibilidad financiera y económica en el consumo de energía para bombeo por irrigación fotovoltaica.
- Impartición de talleres dirigidos a productores a quienes se les presentó el *know-how* de cómo instalar paneles solares, así como una amplia gama de financiamientos donde pueden solicitar los apoyos de inversión inicial.
- Se hicieron reuniones con productores nogaleros en lo individual, aquellos dispuestos a proporcionar sus costos e información necesaria para hacerles corridas financieras. Estos productores ya han invertido en paneles solares.

La muestra fue aleatoria porque fue obtenida de los asistentes al taller celebrado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

## **Resultados**

Los datos obtenidos a través de diversos productores de nogales en la región de Delicias, Chihuahua, México, permitieron medir la rentabilidad financiera, a través de su tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN) y su análisis costo-beneficio, con la finalidad de saber en qué momento recuperarían su retorno inicial, a cuánto ascenderían sus ganancias en un largo plazo y qué tan costoso sería para el productor utilizar esta infraestructura solar.

Los resultados arrojan que en los meses iniciales la tasa de retorno es muy baja en comparación con la inversión que los pequeños y medianos productores realizaron; de hecho no existe tasa de retorno: es muy costoso en términos de desembolso de dinero.

La inversión se empieza a recuperar mucho tiempo después. Entonces, a estos productores no les alcanza como para financiar o equiparar sus gastos de acuerdo con esa inversión durante las primeras etapas de recuperación de la inversión, es decir, es costoso, por lo tanto, no es factible.

La implementación de la infraestructura de energía solar refleja la cotización del Productor A; se incluyen los costos en dólares con la conversión en pesos mexicanos, calculados al momento de la presentación de este artículo (tabla 1).

**Tabla 1.** Cotización para la implementación de la infraestructura de energía solar para el  
Productor A

<b>Empresa</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Piezas</b>	<b>Precio unitario en dólares</b>	<b>Total en dólares</b>
Vol. Ingeniería	Panel solar	309	231.00	71,379.00
	Inversor (Fronius)	2	11,893.80	22,983.60
	Estructura de soporte	1	13,128.00	13,128.00
	Instalación y calibración	1	800.00	800.00
			Subtotal	108,290.60
Total en pesos mexicanos	2,182,018.325		Total con impuesto al valor agregado (IVA) incluido (1.16)	125,617.10

Fuente: Elaboración propia

Mediante el trabajo se determinaron las estimaciones de los costos de energía producida y energía ahorrada a través de los paneles fotovoltaicos, las cuales arrojaron los montos del ahorro que se obtendría en lapsos de tiempo anuales en el caso del Productor A (tabla 2).

**Tabla 2.** Estimaciones de costes de energía producida y ahorrada por los paneles fotovoltaicos para el Productor A

<b>Año</b>	<b>Costo energía (kWh) producida</b>	<b>Costo de energía producida p/año</b>	<b>Acumulado equivalente</b>	<b>Ahorro en pesos</b>	<b>Inversión</b>	<b>Monto inversión</b>
1	\$0.94	\$133, 072.23	\$133, 072.23	-\$2 058 946,09	Negativo	\$2,192 018,32
2	\$1.02	\$146, 379.46	\$279, 451.69	-\$1 779 494,40	Negativo	
3	\$1.12	\$161, 017.40	\$440, 469.09	-\$1 339 025,31	Negativo	
4	\$1.23	\$177, 119.14	\$617, 588.24	-\$721 437,07	Negativo	
5	\$1.35	\$194, 831.06	\$812, 419.30	\$90 982,22	A favor	
6	\$1.49	\$214, 314.16	\$1,026,733.46	\$1 117 715,68	A favor	
7	\$1.64	\$235, 745.58	\$1,262,479.04	\$2 380 194,72	A favor	
8	\$1.80	\$259, 320.14	\$1, 521, 799.18	\$3 901 993,90	A favor	
9	\$1.98	\$285, 252.15	\$1, 807, 051.33	\$5 709 045,24	A favor	
10	\$2.18	\$313, 777.37	\$2, 120, 828.70	\$7 829 873,94	A favor	
11	\$2.40	\$345, 155.11	\$2, 465, 983.81	\$10 295 857,75	A favor	
12	\$2.64	\$379, 670.62	\$2, 845, 654.42	\$13 141 512,17	A favor	
13	\$2.90	\$417, 637.68	\$3, 263, 292.10	\$16 404 804,27	A favor	
14	\$3.19	\$459, 401.45	\$3, 722, 693.55	\$20 127 497,82	A favor	
15	\$3.51	\$505, 341.59	\$4, 228, 035.14	\$24 355 532,95	A favor	
16	\$3.86	\$555, 875.75	\$4, 783, 910.88	\$29 139 443,84	A favor	
17	\$4.25	\$611, 463.32	\$5, 395, 374.21	\$34 534 818,04	A favor	
18	\$4.67	\$672, 609.66	\$6, 063, 983.86	\$40 602 801,91	A favor	
19	\$5.14	\$739, 870.62	\$6,803, 854.49	\$47 410 656,39	A favor	
20	\$5.65	\$813, 857.68	\$7, 621, 712.17	\$55 032 368,56	A favor	
21	\$6.22	\$895, 243.45	\$8, 516, 956.62	\$63 549 324,18	A favor	
22	\$6.84	\$984, 767.80	\$9, 501, 723.42	\$73 051 047,60	A favor	
23	\$7.52	\$1, 083, 244.58	\$10,584 ,968.00	\$83,636,015.6 0	A favor	

24	\$8.24	\$1, 191 ,569.04	\$11,776,537.0 0	\$95,412, 552.63	A favor	
----	--------	------------------	---------------------	---------------------	---------	--

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 refleja, para el Productor A, el análisis financiero con base en las proyecciones estimadas.

**Tabla 3.** Análisis financiero con base en la proyección: Productor A

Variable	Proyección
Valor presente neto	-2, 080,46
Tasa interna de retorno	13 %
Relación beneficio/costo	\$ 6, 318, 685.302

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 muestra, para el Productor B, la cotización en dólares de la implementación de la infraestructura de energía solar. Además, se incluye el valor en pesos mexicanos (monto sujeto a cambio del día)

**Tabla 4.** Cotización para la implementación de la infraestructura de energía solar para el Productor B

Empresa	Descripción Material	Piezas	Precio Unitario en dólares	Total en dólares
Megaconser	Panel solar	304	258.62	78, 620.48
	Inversor IG Plus (Fronius)	8	2000.00	16, 000.00
	Estructura de soporte	1	1,800.00	1, 800.00
	Instalación y calibración	1	17, 820.00	17,820.00
			Subtotal	114,240.48
Total en pesos mexicanos	\$2, 312, 455.796	Total con IVA incluido (1.16)	\$132, 518.957	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 muestra, para el Productor B, las estimaciones de los costes de energía producida y energía ahorrada a través de los paneles fotovoltaicos.

**Tabla 5.** Estimaciones de costes de energía producida y ahorrada por los paneles fotovoltaicos para el Productor B

Año	Costo energía (kWh) producida	Costo de energía producida p/año	Acumulado equivalente	Ahorro en pesos	Inversión	Monto inversión
1	\$0.92	\$133, 072.23	\$133, 072.23	-\$2, 179, 383.56	Negativo	\$2, 312, 455.79.
2	\$1.02	\$146, 379.46	\$279, 451.69	-\$1, 899, 931.87	Negativo	
3	\$1.12	\$161, 017.40	\$440, 469.09	-\$1, 459, 462.78	Negativo	
4	\$1.23	\$177,119.14	\$617, 588.24	-\$841, 874.54	Negativo	
5	\$1.35	\$194, 831.06	\$812, 419.30	-\$29, 455.25	Negativo	
6	\$1.49	\$214, 314.16	\$1, 026, 733.46	\$997, 278.21	A favor	
7	\$1.64	\$235, 745.58	\$1, 262, 479.04	\$2, 259, 757.25	A favor	
8	\$1.80	\$259, 320.14	\$1, 521, 799.18	\$3, 781, 556.43	A favor	
9	\$1.98	\$285, 252.15	\$1, 807, 051.33	\$5, 558, 607.77	A favor	
10	\$2.18	\$313, 777.37	\$2, 120, 828.70	\$7, 709, 436.47	A favor	
11	\$2.40	\$345, 155.11	\$2, 465, 983.81	\$10, 175, 420.28	A favor	
12	\$2.64	\$379, 670.62	\$2, 845, 654.42	\$13, 021, 074.70	A favor	
13	\$2.90	\$417, 637.68	\$3, 263, 292.10	\$16, 284, 366.80	A favor	
14	\$3.19	\$459, 401.45	\$3, 722, 693.55	\$20, 007, 060.35	A favor	
15	\$3.51	\$505, 341.59	\$4, 228, 035.14	\$24, 235, 095.48	A favor	
16	\$3.86	\$555,875.75	\$4, 783, 910.88	\$29, 019, 006.37	A favor	
17	\$4.25	\$611, 463.32	\$5, 395, 374.21	\$34, 414, 380.57	A favor	
18	\$4.67	\$672, 609.66	\$6, 063, 983.86	\$40,482, 364.44	A favor	
19	\$5.14	\$739, 870.62	\$6, 803, 854.49	\$47, 290, 218.92	A favor	
20	\$5.65	\$813, 857.68	\$7, 621, 712.17	\$54,911,931.09	A favor	
21	\$6.22	\$895, 243.45	\$8, 516, 956.62	\$63,428,886.71	A favor	
22	\$6.84	\$984, 767.80	\$9, 501, 723.42	\$72,930,610.13	A favor	
23	\$7.52	\$1, 083,244.58	\$10, 584, 968.00	\$83,515, 578.13	A favor	
24	\$8.24	\$1,191, 569.04	\$11, 776, 537.00	\$95,292,115.16	A favor	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 resume el análisis financiero sobre la base de la proyección planteada para el Productor B.

**Tabla 6.** Análisis financiero con base en proyección: Productor B

Variable	Proyección
Valor presente neto	-\$608.68
Tasa interna de retorno	12 %
Relación beneficio/costo	\$6,406, 519.718

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se observa la cotización del Productor C para la implementación de la infraestructura de energía solar (presentación en dólares; a la izquierda el valor se presenta en moneda nacional).

**Tabla 7.** Cotización para la implementación de la infraestructura de energía solar para el Productor C

Empresa	Descripción Material	Piezas	Precio unitario en dólares	Total en dólares
Mego Solar	Panel solar marca Axitec	304	314.28	95, 541.12
	Inversor marca Inverter	8	4,938.57	39,508.36
	Estructura de soporte	1	1,300.00	1,300.00
	Instalación y calibración	1	22,800.00	22,800.00
			Subtotal	159,149.68
Total en pesos mexicanos	\$3,221,507.823	Total con IVA incluido (1.16)		\$184,613.629

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se observan, para el Productor C, las estimaciones de los costes de energía producida y energía ahorrada a través de los paneles fotovoltaicos, las cuales arrojaron montos del ahorro que se obtendría en lapsos de tiempo anuales.

**Tabla 8.** Estimaciones de costes de energía producida y ahorrada por los paneles fotovoltaicos para el Productor C

<b>Año</b>	<b>Costo energía (kWh) producida</b>	<b>Costo de energía producida p/año</b>	<b>Acumulado equivalente</b>	<b>Ahorro en pesos</b>	<b>Inversión</b>	<b>Monto inversión</b>
1	\$0.924	\$133,072.23	\$133, 072.23	-\$3,088,435.59	Negativo	-\$3,221,508.20
2	\$1.02	\$146,379.46	\$279,451.68	-\$2,808,983.90	Negativo	
3	\$1.12	\$161,017.40	\$440,469.09	-\$2,368,514.81	Negativo	
4	\$1.23	\$177,119.14	\$617,588.24	-\$1,750,926.57	Negativo	
5	\$1.35	\$194, 831.06	\$812,419.30	-\$938, 507.28	Negativo	
6	\$1.49	\$214, 314.16	\$1,0,6,733.46	\$88, 226.18	A favor	
7	\$1.64	\$235, 745.58	\$1,262,479.04	\$1, 350, 705.22	A favor	
8	\$1.80	\$259, 320.14	\$1,521,799.18	\$2, 872, 504.40	A favor	
9	\$1.98	\$285,252.15	\$1,807,051.33	\$4, 679 ,555.74	A favor	
10	\$2.18	\$313,777.37	\$2,120,828.70	\$6, 800, 384.44	A favor	
11	\$2.40	\$345,155.11	\$2,465,981,38	\$9, 266 ,368.25	A favor	
12	\$2.64	\$379,670.62	\$2,845,654.42	\$12, 112, 022.67	A favor	
13	\$2.90	\$417,637.68	\$3,263,292.10	\$15, 375, 314.77	A favor	
14	\$3.19	\$459,401.45	\$3,722,693.55	\$19, 098, 008.32	A favor	
15	\$3.51	\$505,341.59	\$4,228,035.14	\$23, 326, 043.45	A favor	
16	\$3.86	\$555,875.75	\$4,783,910.88	\$28, 109, 954.34	A favor	
17	\$4.25	\$611,463.32	\$5,395,374.21	\$33, 505, 328.54	A favor	
18	\$4.67	\$672,609.66	\$6,063,983.86	\$39, 573, 312.41	A favor	
19	\$5.14	\$739, 870.62	\$6,803,854.49	\$46, 381, 166.89	A favor	
20	\$5.65	\$813,857.68	\$7,621,712.17	\$54, 002, 879.06	A favor	
21	\$6.22	\$895,243.45	\$8,516,956.62	\$62 ,519 ,834.68	A favor	
22	\$6.84	\$984,767.80	\$9,501,723.42	\$72, 021, 558.10	A favor	
23	\$7.52	\$1,083,244.58	\$10,584,968.00	\$82,606, 526.10	A favor	
24	\$8.24	\$1,191,569.04	\$11,776,537.00	\$94,383,063.13	A favor	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 refleja el análisis financiero con base en la proyección para el Productor C.

**Tabla 9.** Análisis financiero con base en proyección: Productor C

Variable	Proyección
Valor presente neto	-\$2,707.05
Tasa interna de retorno	9 %
Relación beneficio/costo	6,908,758.366

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 muestra la cotización del Productor D para la implementación de la infraestructura de energía solar (presentación en dólares; a la izquierda el valor se presenta en moneda nacional, la cual está sujeta a cambio con base en el valor del dólar).

**Tabla 10.** Cotización para la implementación de la infraestructura de energía solar para el Productor D

Empresa	Descripción Material	Piezas	Precio Unitario en dólares	Total en dólares
Esolar	Panel solar	304	250.32	76,097.28
	Inversor Galvo (Fronius)	10	3,525.22	35,252.2
	Estructura de soporte	1	1,000.00	1,000.00
	Instalación y calibración	1	10,000.00	10,000.00
			Subtotal	122,449.48
Total en pesos mexicanos	\$2,478,622.374	Total con IVA incluido(1.16)		\$142,041.40

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 refleja para el Productor D las estimaciones de los costes de energía producida y energía ahorrada a través de los paneles fotovoltaicos, las cuales, como los casos anteriores, arrojaron montos del ahorro que se obtendría en lapsos de tiempo anuales.

**Tabla 11.** Estimaciones de costes de energía producida y ahorrada por los paneles  
fotovoltaicos para el Productor D

Año	Costo energía (kWh) producida	Costo de energía producida p/año	Acumulado equivalente	Ahorro en pesos	Inversión	Monto inversión
1	\$0.92	\$133,072.23	\$133,072.23	-\$2,345,550.14	Negativo	-\$2,478,622.37
2	\$1.02	\$146,379.46	\$279,451.69	-\$2,066,098.45	Negativo	
3	\$1.12	\$161,017.40	\$440,469.092	-\$1,625,629.36	Negativo	
4	\$1.23	\$177,119.14	\$617,588.24	-\$1,008,041.12	Negativo	
5	\$1.35	\$194,831.06	\$812,419.30	-\$195,621.83	Negativo	
6	\$1.49	\$214,314.16	\$1,026,733.46	\$831,111.63	A favor	
7	\$1.64	\$235,745.58	\$1,262,479.04	\$2,093,590.67	A favor	
8	\$1.80	\$259,320.14	\$1,521,799.18	\$3,615,389.85	A favor	
9	\$1.98	\$285,252.15	\$1,807,051.33	\$5,442,441.19	A favor	
10	\$2.19	\$313,777.37	\$2,120,828.7	\$7,543,269.89	A favor	
11	\$2.40	\$345,155.11	\$2,465,983.81	\$10,009,253.70	A favor	
12	\$2.64	\$379,670.62	\$2,845,654.42	\$12,854,908.12	A favor	
13	\$2.90	\$417,637.68	\$3,263,292.1	\$16,118,200.22	A favor	
14	\$3.19	\$459,401.45	\$3,722,693.55	\$19,840,893.77	A favor	
15	\$3.51	\$505,341.59	\$4,228,035.14	\$24,068,928.90	A favor	
16	\$3.86	\$555,875.75	\$4,783,910.88	\$28,852,839.79	A favor	
17	\$4.25	\$611,463.32	\$5,395,374.21	\$34,248,213.99	A favor	
18	\$4.67	\$672,609.66	\$6,063,983.86	\$40,316,197.86	A favor	
19	\$5.14	\$739,870.62	\$6,803,854.49	\$47,124,052.34	A favor	
20	\$5.65	\$813,857.68	\$7,621,712.17	\$54,745,764.51	A favor	
21	\$6.22	\$895,243.45	\$8,516,956.62	\$63,262,720.13	A favor	
22	\$6.84	\$984,767.80	\$9,501,723.42	\$72,764,445.55	A favor	
23	\$7.52	\$1,083,244.58	\$10,584,968.00	\$83,349,411.55	A favor	
24	\$8.24	\$1,191,569.04	\$11,776,537.00	\$95,125,948.58	A favor	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 refleja el análisis financiero con base en la proyección para el Productor D.

**Tabla 12.** Análisis financiero con base en proyección: Productor D

<b>Variable</b>	<b>Proyección</b>
Valor presente neto	-\$16,635.12
Tasa interna de retorno	11 %
Relación beneficio/costo	6,517, 660.817

Fuente: Elaboración propia

## **Discusión**

Se observó que la inversión es muy alta en sus inicios, por lo tanto, es difícil para los productores tener esos costos, que muy mínimamente empiezan a recuperarse hasta el sexto mes después de la inversión. Sin embargo, la tasa de retorno de inversión (TIR) empieza a reflejarse hasta después de 20 meses de la inversión, por lo tanto, de ninguna manera es costeable para productores medianos el invertir en este tipo de infraestructura.

La investigación determinó que, a pesar de que diversos autores describen las bondades de la factibilidad financiera de establecer un sistema fotovoltaico, los resultados muestran lo contrario, es decir, se refuta la idea de que podría ser una bondad y una alternativa de rentabilidad para los pequeños y medianos productores nogaleros de la región, ya que la inversión se empieza a recuperar mucho tiempo después de realizada esta. Así, en los meses iniciales, al ser la tasa de retorno muy baja en comparación con la inversión que harían, no existe siquiera. Es muy costoso en términos de desembolso de dinero.

Por lo tanto, los productores nogaleros de la región no cuentan con los suficientes recursos económicos para financiar o equiparar sus gastos de manera individual sin apoyo gubernamental. En suma, es costoso, por lo tanto, no es factible.

## Conclusiones

El costo de la implementación de los paneles solares para generar energía solar fotovoltaica para la irrigación de nogales en la región de Delicias, Chihuahua, México, no se muestra como una opción muy atractiva para los pequeños y medianos productores agrícolas, debido a su alto costo de inversión inicial y su baja tasa de retorno en el corto plazo. Por lo que necesariamente debe darse un apoyo financiero y acompañamiento de forma continua durante un periodo de mediano a largo plazo que oscile entre dos a cinco años. De modo que se evidencia que las opciones energéticas sustentables, como los paneles fotovoltaicos, todavía no son una opción atractiva para el mercado, pues siguen siendo menos competitivas que las fuentes de energía fósiles. Si bien se pudiera argumentar que, a cambio de la sostenibilidad energética a futuro, la inversión es un costo que la sociedad debería estar dispuesta a asumir, la realidad es que en poblaciones de pocos recursos representa un lujo que no está al alcance sin un apoyo económico y técnico.

## Referencias

- Bogdanski, A., Dubois, O., Jamieson, C. and Krell, R. (2010). *Making integrated food-energy systems work for people and climate: An overview*. Rome, Italy: FAO.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2018). Programa Nacional contra la Sequía: Monitoreo de la Sequía. México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-contra-la-sequia-monitoreo-de-la-sequia-64594>.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval]. (2012). *Informe de pobreza y evaluación en el estado de Chihuahua 2012*. Ciudad de México, México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Gobierno de Chihuahua. (2010). Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Chihuahua. México: Gobierno de Chihuahua. Recuperado de [http://transparencia.uach.mx/planeacion/plan\\_estatal\\_desarrollo\\_2010-2016.pdf](http://transparencia.uach.mx/planeacion/plan_estatal_desarrollo_2010-2016.pdf).
- Gobierno de Chihuahua. (2018). Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Municipio de Chihuahua. *Anexo al Periódico Oficial*, (4). Recuperado de [http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/anexo/anexo\\_04-2019\\_acuerdo\\_065\\_pmd\\_chihuahua\\_bajo.pdf](http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/anexo/anexo_04-2019_acuerdo_065_pmd_chihuahua_bajo.pdf).
- Hess, D. J. (2009). *Localist Movements in a Global Economy: Sustainability, Justice and Urban Development in the United States*. Cambridge, United States: MIT Press.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2015). México en Cifras: Información Nacional por entidad Federativa y Municipios. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=08>.
- Laborgne, P. (2011). Energy Sustainability: The role of Small Local Communities. In Järvelä, M. and Juhola, S. (eds.), *Energy, Policy and the Environment: Modeling Sustainable Development for the North* (pp. 193-214). New York, United States: Springer.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2014). Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2014. Nueva York, Estados Unidos: Organización de Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Sistemas Integrados de Alimentos y Energía (IFES) <http://www.fao.org/home/es/>

St. Denis, G. and Parker, P. (2009). Community energy planning in Canada: The role of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(8), 2088-2095.

<b>Rol de Contribución</b>	<b>Autor (es)</b>
<b>Conceptualización</b>	José Esteban Hernández Salas
<b>Metodología</b>	José Esteban Hernández Salas
<b>Software</b>	NO APLICA
<b>Validación</b>	Walter Márquez Fierro
<b>Análisis Formal</b>	Jerónima Antonieta Pérez
<b>Investigación</b>	José Esteban Hernández Salas
<b>Recursos</b>	José Esteban Hernández Salas
<b>Curación de datos</b>	María Guadalupe Macías López
<b>Escritura - Preparación del borrador original</b>	José Esteban Hernández Salas
<b>Escritura - Revisión y edición</b>	Jerónima Antonieta Pérez
<b>Visualización</b>	Walter Márquez Fierro
<b>Supervisión</b>	NO APLICA
<b>Administración de Proyectos</b>	Maríz Guadalupe Macías López
<b>Adquisición de fondos</b>	NO APLICA