

Atagua



Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala

2da. EDICIÓN

2025



www.atagua.org



JUNTA DIRECTIVA

Licda. Wendy Alejandra Del Cid	Presidenta	Ingenio La Unión
Ing. Erick Francisco Castillo	Vicepresidente	Ingenio Palo Gordo
Inga. Raisa Alejandra Vega	Tesorera	CENGICAÑA
Ing. Raúl Estirling Barneond	Protesorero	Ingenio Palo Gordo
Ing. Mario Rafael Sagastume	Secretario	CENGICAÑA
Ing. Oscarrené Villagrán	Prosecretario	San Diego/Trinidad
Ing. Guillermo Rafael Méndez	Vocal I	Ingenio La Unión
Dr. José Gerardo Espinoza	Vocal II	CENGICAÑA
Ing. Luis Enrique Reyes García	Vocal III	Particular
Ing. Héctor Fabricio Alvarado	Vocal IV	Ingenio Pantaleón
Ing. Wilinton Josué Hernández	Vocal V	Ingenio La Unión

Estimado asociado:

Es un honor para mí saludarlos a través de estas páginas, en una edición que no solo recopila el conocimiento técnico y los avances de nuestra industria, sino que también refleja un año de arduo trabajo. Esta revista es el fiel reflejo de un periodo lleno de desafíos superados y metas alcanzadas que han fortalecido los pilares de nuestra asociación.

Nuestra industria se encuentra en una evolución constante, y el contenido de esta edición demuestra que en ATAGUA no solo seguimos el ritmo del cambio, sino que lo lideramos, muestra de ello son los artículos técnicos que se presentan ésta edición. En primer lugar destacamos "El agroclima actual y el futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala". Este trabajo nos recuerda la importancia del clima en la productividad de la caña de azúcar. De igual manera, el artículo "Potencial de la generación solar fotovoltaica a pequeña escala en los ingenios azucareros del país", que es como una alternativa complementaria a la generación eléctrica, subrayando nuestro compromiso con la sostenibilidad operativa y el aprovechamiento máximo de nuestros recursos.

En esta edición encontrarán una reseña del XVI Congreso de ATAGUA, un evento que reafirmó nuestra capacidad de convocatoria y actualización. Asimismo, el Seminario de Sostenibilidad un espacio que nació de la necesidad de abordar los desafíos ambientales, sociales y de gobernanza desde una perspectiva técnica y ética, asegurando que el azúcar de Guatemala siga siendo un referente de responsabilidad a nivel mundial.

La digitalización también tuvo un lugar protagónico. El webinar "El internet de las cosas aplicado a la agricultura" nos abrió las puertas a nuevas fronteras tecnológicas, demostrando que la conectividad y la automatización son aliados indispensables en el campo. No puedo dejar de mencionar la Carrera del Azúcar, la cual fue una muestra de vitalidad y unión comunitaria, recordándonos que el bienestar integral es parte de nuestra identidad. De igual forma, para cerrar el año la transparencia y el espíritu de colaboración quedaron plasmados en nuestra Asamblea General y convivio navideño, momentos donde fortalecimos vínculos entre socios.

Como lo comuniqué en la Asamblea General, el tiempo de los ciclos llega a su fin para dar paso a nuevas visiones. Al concluir mi periodo en la Junta Directiva, quiero expresar mi más profundo agradecimiento. Gracias a cada uno de ustedes por su confianza, por sus aportes y por permitirme el honor de servir como presidenta. Ha sido una experiencia transformadora que llevaré siempre conmigo.

A mis compañeros de junta y a la administración, gracias por el trabajo realizado y el apoyo. A los técnicos, investigadores y colaboradores: ustedes son el motor que impulsa esta industria. Me retiro con la satisfacción del deber cumplido y con la certeza de que dejamos una asociación más sólida, innovadora y humana.

A la próxima Junta Directiva, les deseo el mayor de los éxitos. Que el liderazgo que asuman esté guiado por la excelencia y la pasión que siempre ha distinguido a ATAGUA. Tienen ante sí el reto de seguir elevando el prestigio de nuestro sector, y no dudo de que lo lograrán con creces.

Me despido con la alegría de saber que seguiremos coincidiendo en este camino dulce y productivo.

¡Hasta pronto y que sigan los éxitos para la familia azucarera!

Contenido

Artículo de Campo

"El agroclima actual y el futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala"

Artículo de Fábrica

"Potencial de la generación solar fotovoltaica a pequeña escala en los ingenios azucareros del país"

Webinar

"El internet de las cosas aplicado a la agricultura"

Seminario de Sostenibilidad

De la estrategia a la acción en un mundo cambiante

XVI Congreso

de Técnicos Azucareros de Guatemala

38 edición
Carrera del AzúcarAsamblea general y
convivio navideño

03

14

21

22

24

27

29

Km. 92.5 Carretera al Pacífico
Sta. Lucía Cotzumalguapa,
Escuintla - Guatemala

(502) 5517-3978 / (502) 4295-4828

administracion@atagua.org

Secretaria@atagua.org



Foto de la portada proporcionada por el
Dr. Gerardo Espinoza de CENGICAÑA

ARTÍCULO DE CAMPO

El agroclima actual y el futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala

Por:
Elmer Orrego^{1*}

Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático



- Agroclima de la caña de azúcar
- Cambio Climático
- Etapas fenológicas
- Clima futuro

R E S U M E N

La caña de azúcar es de suma importancia económica para Guatemala y, al igual que otros cultivos, el clima es una de sus principales fuentes de variación de la productividad, principalmente durante su elongación y maduración. Sin embargo, casi no se ha estudiado el agroclima de la caña de azúcar, por ello, el objetivo fue analizar y conocer el agroclima actual y futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala. Para ello se utilizaron datos de 39 estaciones meteorológicas y las proyecciones de cambio climático con reducción dinámica de los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, siendo este último el que más se parece a las condiciones actuales en Guatemala. Se evaluaron cuatro décadas desde 2011 hasta 2050, tres variables meteorológicas y dos etapas fenológicas. Los principales resultados muestran que la maduración podría sufrir los mayores cambios para la década 2040-2050, principalmente para los meses de cosecha de enero a marzo. Y el agroclima de la caña de azúcar podría ir subiendo a áreas de mayor altitud, en la medida en que aumente la temperatura y disminuya la precipitación. Este estudio puede orientar a un tomador de decisión, en mediano y largo plazo, para implementar acciones que ayuden a la caña de azúcar a adaptarse al clima futuro.

I N T R O D U C C I Ó N

La caña de azúcar representa el 70% de la producción total de azúcar del mundo y se extiende a lo largo de los trópicos y subtrópicos (Romero et al., 2009). Guatemala es el tercer país exportador de azúcar en Latinoamérica y sexto en el mundo, también el tercer país con mayor productividad en el mundo. Producto de ello, para el año 2020 se generaron ingresos equivalentes a USD 576 millones de dólares (Banco de Guatemala, 2022) y para la zafra 2020/2021 se produjeron 2.56 millones de toneladas de azúcar, de las cuales el 60% se exportó (Asociación de Azucareros de Guatemala [ASAZGUA, 2022]). De acuerdo con el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación sobre la Caña de Azúcar (Cengicaña, 2022), la caña de azúcar en Guatemala durante la zafra 2021/2022 obtuvo rendimientos en promedio de 103.3 toneladas de caña por hectárea (TCH) y 11.08 toneladas de azúcar por hectárea (TAH).

Al igual que otros cultivos, el clima es una de las principales fuentes de variación en la productividad de la caña de azúcar, tanto la variabilidad (Orrego et al., 2019; Vásquez C., 2017; Ayele, 2016; Cardozo et al., 2015; Cardozo & Sentelhas, 2013; Suarez, 2012; Cengicaña, 2012; Cengicaña, 2011; Ferraro et al., 2009; Arias, 2008; Amaya et al., 1995;) y ahora el cambio climático. Se han realizado algunos estudios que han permitido identificar el agroclima de la caña de azúcar, tanto en las etapas de maduración y elongación. Estas variables climáticas son: para la elongación: radiación solar, precipitación acumulada, temperatura media y máxima; para la maduración: precipitación acumulada, temperatura mínima, amplitud térmica y el déficit (Orrego et al., 2019; Vásquez C., 2017; Ayele, 2016; Cardozo et al., 2015; Cardozo & Sentelhas, 2013; Cengicaña, 2012; Cengicaña, 2011; Amaya et al., 1995;). Sin embargo, se ha estudiado poco los cambios en el corto, mediano y largo plazo de la aptitud agroclimática de la caña de azúcar en el sur de Guatemala.

Los estudios de agroclima se utilizan generalmente para identificar áreas con mejor disponibilidad climática para obtener una producción potencialmente rentable, esto para introducir un nuevo cultivo o para identificar los cambios en áreas que puedan ocurrir en corto, mediano y largo plazo. Utilizando datos de las proyecciones de cambio climático y reducción dinámica para Guatemala y de estaciones meteorológicas, el presente estudio tuvo como objetivo analizar y conocer el agroclima actual y futuro de la caña de azúcar en el sur de Guatemala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer el agroclima histórico se utilizaron datos de 39 estaciones meteorológicas, 16 del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC, 2021) y 23 del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH, 2021), ubicadas en la vertiente del Pacífico (Figura 1). Y para el agroclima futuro se utilizaron datos de las proyecciones de cambio climático con reducción dinámica de los escenarios RCP 4.5 y 8.5, esto porque de acuerdo con INSIVUMEH (2019), las condiciones climáticas actuales están siendo muy similares a este escenario.

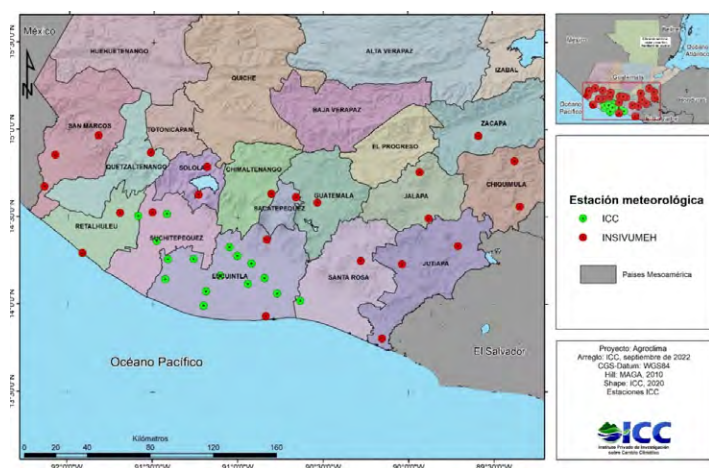


FIGURA 1: Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.

Fuente: INSIVUMEH e ICC, 2021.

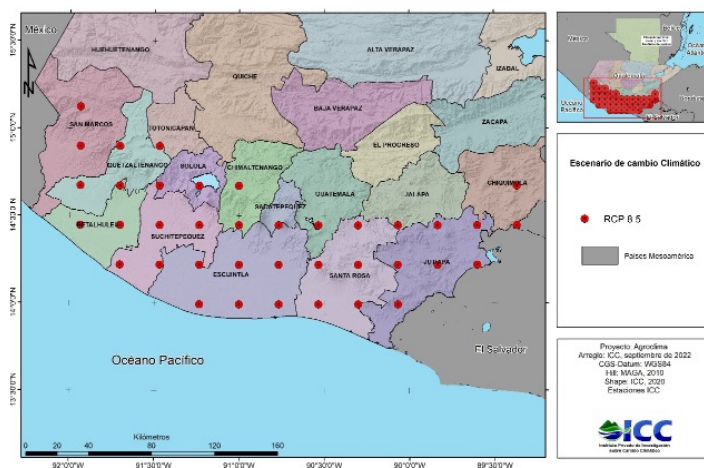


FIGURA 2: Ubicación del centroide de los píxeles de los escenarios RCP 4.5 y 8.5

Fuente: INSIVUMEH, 2019.

Para estudiar el agroclima actual se utilizaron datos del año 2011 al 2020 de las variables precipitación, temperatura máxima, media y mínima.

Para estudiar el agroclima futuro se utilizaron datos de 38 píxeles distribuidos en toda la vertiente del Pacífico de las proyecciones de cambio climático, con una resolución espacial de 25 kilómetros (Figura 2). Cada píxel tenía datos meteorológicos diarios de las variables de precipitación, temperatura máxima,

media y mínima. Se utilizaron los datos del 2021 al 2050, separando el análisis por décadas, del año 2011 al 2020, 2021 al 2030, 2031 al 2040 y 2041 al 2050. Se utilizaron los datos del 2011 al 2020 únicamente para validar los resultados de las proyecciones.

Se consideraron los meses de cosecha de la caña de azúcar en Guatemala de noviembre a mayo. Asimismo, se consideraron las etapas fenológicas de elongación y maduración.

Para la elongación se utilizaron las variables meteorológicas: temperatura máxima, temperatura media y el déficit, que es la resta entre la precipitación y la evapotranspiración. Para estimar la evapotranspiración (Eto) se utilizó el método de George H. Hargreaves & Zohrab A. Samani (1985), para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$Eto = 0.0023 (Tm + 17.78) * Rs$$

$$Rs = Ra * 0.408 * \sqrt{(Tmax - Tmin)}$$

$$Ra = \left(\frac{24 * 60}{\pi} \right) * (0.082 * Dr) * [(W * Sen L) * (Sen * De) + (Cos L) * (Cos De) * (Sen W)]$$

$$Dr = 1 + \left[0.033 * Cos \left(\frac{2\pi}{365} * J \right) \right]$$

$$De = 0.409 * Sen \left\{ \left(\left(\frac{2\pi}{365} \right) * J \right) - 1.39 \right\}$$

$$W = A Cos [- (Tan L * Tan De)]$$

En donde:

Rs: Radiación solar incidente (MJ m⁻² día⁻¹), Ra: Radiación solar en el tope de la atmósfera o astronómica (MJ m⁻² día⁻¹), Tmax: Temperatura máxima diaria (°C), Tm: Temperatura media diaria (°C), Tmin: Temperatura mínima diaria (°C), L: Latitud en radianes, Dr: Distancia relativa del sol-tierra, W: Ángulo horario a la puesta del sol, De: Declinación en grados y J: Día juliano.

Y las variables meteorológicas que se consideraron durante la maduración fueron: temperatura mínima, precipitación acumulada y la amplitud térmica (*diferencia entre la temperatura máxima y mínima*).

El periodo considerado para la estimación de las variables meteorológicas de cada etapa fue: para la elongación desde 90 hasta 120 Días Antes de la Cosecha (DAC) y para la maduración desde 0 hasta los 60 DAC (Cuadro 1).

Mes de cosecha	Mes del año											
	5	6	7	8	9	1	11	12	1	2	3	4
Noviembre												
Diciembre												
Enero												
Febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												

► **CUADRO 1: Periodo utilizado para estimar los datos meteorológicos de la elongación y maduración en función del mes de cosecha.**

Fuente: Color aqua oscuro: Elongación de la caña de azúcar. Color aqua claro: Maduración de la caña de azúcar.

Para realizar las interpolaciones se utilizó Kriging Ordinario utilizando ArcGis® de Esri. Las variables fueron transformadas utilizando el logaritmo natural, usando un modelo esférico, sin nugget y ajustando el semivariograma de manera manual.

Las variables meteorológicas se clasificaron en tres umbrales para identificar el agroclima de la caña de azúcar (Cuadro 2).

Etapas fenológica	Variable meteorológica	Debajo de lo óptimo	Rango óptimo	Arriba de lo óptimo
Elongación	Temperatura máxima	< 30 °C	30 a 35 °C	> 35 °C
Elongación	Temperatura media	< 27 °C	27 a 30 °C	> 30 °C
Elongación	Déficit	< -100 mm	-100 a 100 mm	> 100 mm
Maduración	Amplitud térmica	< 10 °C	> 13 °C	10 a 13 °C
Maduración	Temperatura mínima	< 16 °C	16 a 20 °C	> 20 °C
Maduración	Precipitación	30 a 100 mm	< 30 mm	> 100 mm



CUADRO 2: Umbrales utilizados de las variables meteorológicas en función de la etapa fenológica en la caña de azúcar.

Fuente: 2026, basado en los siguientes estudios: Orrego et al., 2019; Vásquez, 2017; Ayel e et al., 2016; Cardozo et al., 2015; Cardozo et al., 2013; Suarez, 2012; Castro et al., 2012; Castro et al., 2010; Ferraro et al., 2009; Arias, 2008; Amaya et al., 1995.

Para realizar las interacciones de cada etapa fenológica se sobre posicionaron los mapas de cada variable y se le asignaron puntajes para diferenciar aquellos polígonos con más o menos variables óptimas (Cuadro 3).

Color del polígono	Puntaje	Significado
	9 puntos	Tres variables óptimas
	7 puntos	Dos variables óptimas y una arriba o debajo de lo óptimo
	5 puntos	Una variable óptima y dos arriba o debajo de lo óptimo
	3 puntos	Ninguna variable óptima

CUADRO 3: Significado de las interacciones de las tres variables de cada etapa fenológica.

Fuente: Autor, 2026

R E S U L T A D O S

Durante el proceso de validación de los datos de los escenarios, se descartó el escenario rcp 4.5, esto principalmente porque había mucha diferencia entre los datos históricos de las estaciones meteorológicas utilizadas del 2011 al 2020 y los datos del escenario, caso contrario con el escenario Rcp 8.5, por ello se muestran los resultados únicamente de este escenario.

El agroclima actual de la etapa de elongación podría cambiar para la década 2041-2050 en las diferentes clases: a) *para la clase o disponibilidad climática “muy alta”, podría aumentar entre el 1 al 5% del área, especialmente en los meses de cosecha de noviembre a marzo; b) la disponibilidad climática “alta” podría disminuir entre un 6 al 29%; c) la disponibilidad climática “media” podría disminuir entre un 15 al 19% especialmente para los meses de cosecha de noviembre a marzo y mantenerse o aumentar hasta un 11% para los meses de cosecha de abril y mayo; d) la disponibilidad climática “baja” podría aumentar entre un 7 al 37% en todos los meses de cosecha (Cuadro 4).*

Por su parte, el agroclima actual de la etapa de maduración podría cambiar para la década 2041-2050 en las diferentes clases: a) *para la clase o disponibilidad climática “muy alta”, podría disminuir entre 14 a 25% en los meses de cosecha de enero a marzo; b) para la disponibilidad climática “alta”, podría disminuir entre 9 a 24% durante los meses de cosecha de diciembre a abril; c) para la disponibilidad climática “media”, podría aumentar entre un 17 a 22% durante los meses de cosecha de diciembre a febrero y disminuir entre 1 a 4% en los meses de cosecha de noviembre, marzo, abril y mayo; d) para la*

disponibilidad climática “baja”, podría aumentar entre un 4 a 29% del área durante los meses de cosecha de noviembre, febrero, marzo, abril y mayo, y disminuir entre un 13 a 18% durante los meses de cosecha de diciembre y enero (Cuadro 4).

CUADRO 4: Cambios en área del agroclima en función de las décadas por etapa fenológica y mes de cosecha para la caña de azúcar.

Fuente: Autor, 2026

Tipo de datos	Década	Etapas fenológica	Clase o disponibilidad climática	Porcentaje del área por mes de cosecha						
				11	12	1	2	3	4	5
Histórico	2011-2020	Elongación	Muy alta	3	0	0	0	6	2	0
RCP 8.5	2021-2030	Elongación	Muy alta	5	6	3	1	0	0	0
RCP 8.5	2031-2040	Elongación	Muy alta	0	5	0	4	0	0	0
RCP 8.5	2041-2050	Elongación	Muy alta	3	4	5	2	1	0	0
Histórico	2011-2020	Elongación	Alta	35	32	27	21	28	31	16
RCP 8.5	2021-2030	Elongación	Alta	12	8	11	8	3	0	0
RCP 8.5	2031-2040	Elongación	Alta	22	14	11	10	10	0	0
RCP 8.5	2041-2050	Elongación	Alta	21	17	15	15	12	2	0
Histórico	2011-2020	Elongación	Media	29	32	35	40	42	43	47
RCP 8.5	2021-2030	Elongación	Media	12	20	21	30	39	47	34
RCP 8.5	2031-2040	Elongación	Media	14	14	25	21	27	52	39
RCP 8.5	2041-2050	Elongación	Media	14	13	18	22	26	54	46
Histórico	2011-2020	Elongación	Baja	33	36	38	39	24	24	37
RCP 8.5	2021-2030	Elongación	Baja	71	66	65	61	58	53	66
RCP 8.5	2031-2040	Elongación	Baja	64	67	64	64	63	48	61
RCP 8.5	2041-2050	Elongación	Baja	62	66	62	61	61	44	54
Histórico	2011-2020	Maduración	Muy alta	0	1	25	23	16	1	0
RCP 8.5	2021-2030	Maduración	Muy alta	0	0	0	0	3	0	0
RCP 8.5	2031-2040	Maduración	Muy alta	0	0	0	0	2	0	0
RCP 8.5	2041-2050	Maduración	Muy alta	0	0	0	0	6	0	0
Histórico	2011-2020	Maduración	Alta	2	30	49	57	40	28	6
RCP 8.5	2021-2030	Maduración	Alta	0	5	28	34	29	9	0
RCP 8.5	2031-2040	Maduración	Alta	0	2	38	39	21	2	0
RCP 8.5	2041-2050	Maduración	Alta	0	2	31	39	31	4	0
Histórico	2011-2020	Maduración	Media	41	33	24	20	39	43	37
RCP 8.5	2021-2030	Maduración	Media	44	55	35	38	35	34	41
RCP 8.5	2031-2040	Maduración	Media	41	45	37	42	49	43	35
RCP 8.5	2041-2050	Maduración	Media	39	58	41	42	38	39	33
Histórico	2011-2020	Maduración	Baja	57	36	2	0	5	28	57
RCP 8.5	2021-2030	Maduración	Baja	56	40	37	28	33	57	59
RCP 8.5	2031-2040	Maduración	Baja	59	53	25	19	28	55	65
RCP 8.5	2041-2050	Maduración	Baja	61	40	28	19	25	57	67

El objetivo del presente estudio fue analizar la aptitud agroclimática actual y futura de la caña de azúcar en el sur de Guatemala, para ello se analizaron los meses de cosecha de noviembre a mayo, considerando las etapas fenológicas de elongación y maduración, y el análisis considera cuatro periodos separados por décadas desde el 2011 al 2050 utilizando datos de las proyecciones de cambio climático de los escenarios Rcp 4.5 y 8.5, pero debido a la poca coherencia del escenario Rcp 4.5 se descartó y el análisis que se presenta a continuación es únicamente del escenario Rcp 8.5.

Durante la elongación el agroclima de la caña de azúcar tiene un comportamiento similar durante los meses de cosecha de noviembre a febrero y diferente de marzo a mayo, esto al comparar la década del 2011 al 2020 con las demás décadas, esto últimos meses van a cambiar principalmente porque la elongación ocurre durante algunos meses de la época seca¹, provocado principalmente por efecto de la disminución de la precipitación, el incremento de la temperatura media, la temperatura máxima y la evapotranspiración (Figura 3). Esto porque el incremento de la temperatura puede ocasionar el deterioro de las raíces, cierre estomático, disminución del crecimiento y aumento de las necesidades hídricas durante la etapa de mayor crecimiento (Orrego et al., 2019; Vásquez, 2017; Ayele et al., 2016; Cardozo et al., 2015; Cardozo et al., 2013; Ferraro et al., 2009; Arias, 2008; Amaya et al., 1995).

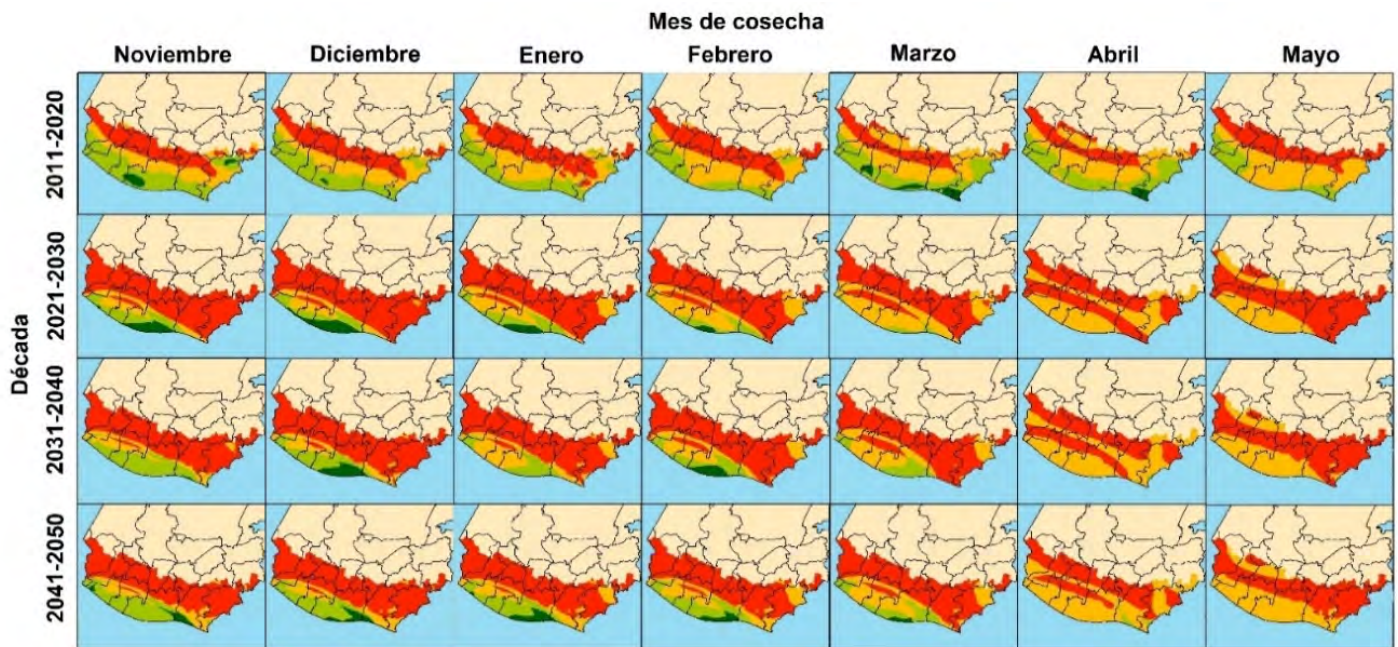


Figura 3: Disponibilidad climática para la elongación de la caña de azúcar en función del mes de cosecha y la década.

Disponibilidad climática

■ muy alta
 ■ alta
 ■ media
 ■ baja

¹ Época donde no hay o es muy escasa la precipitación y ocurre generalmente de noviembre a mayo, dependiendo de la región de Guatemala.

Durante la maduración el agroclima de la caña de azúcar podría mantenerse para los meses de cosecha de noviembre, diciembre, abril y mayo, y disminuir para los meses de cosecha de enero a marzo, esto al comparar la década del 2011 al 2020 con las otras décadas, esto principalmente por el incremento de la temperatura media y mínima, provocando que el agroclima óptimo de la caña de azúcar vaya asciendo a lugares de mayor altitud y haciendo que áreas cercanas al litoral del Océano Pacífico tengan condiciones más cálidas y secas (Figura 4). Esto porque el incremento en la temperatura mínima por arriba de 20°C puede aumentar la respiración de la caña de azúcar y el consumo de energía, disminuyendo la sacarosa que se podría acumular en el tallo (Orrego et al., 2019; Ayele, 2016; Cardozo et al., 2015; Cardozo & Sentelhas, 2013; Amaya et al., 1995).

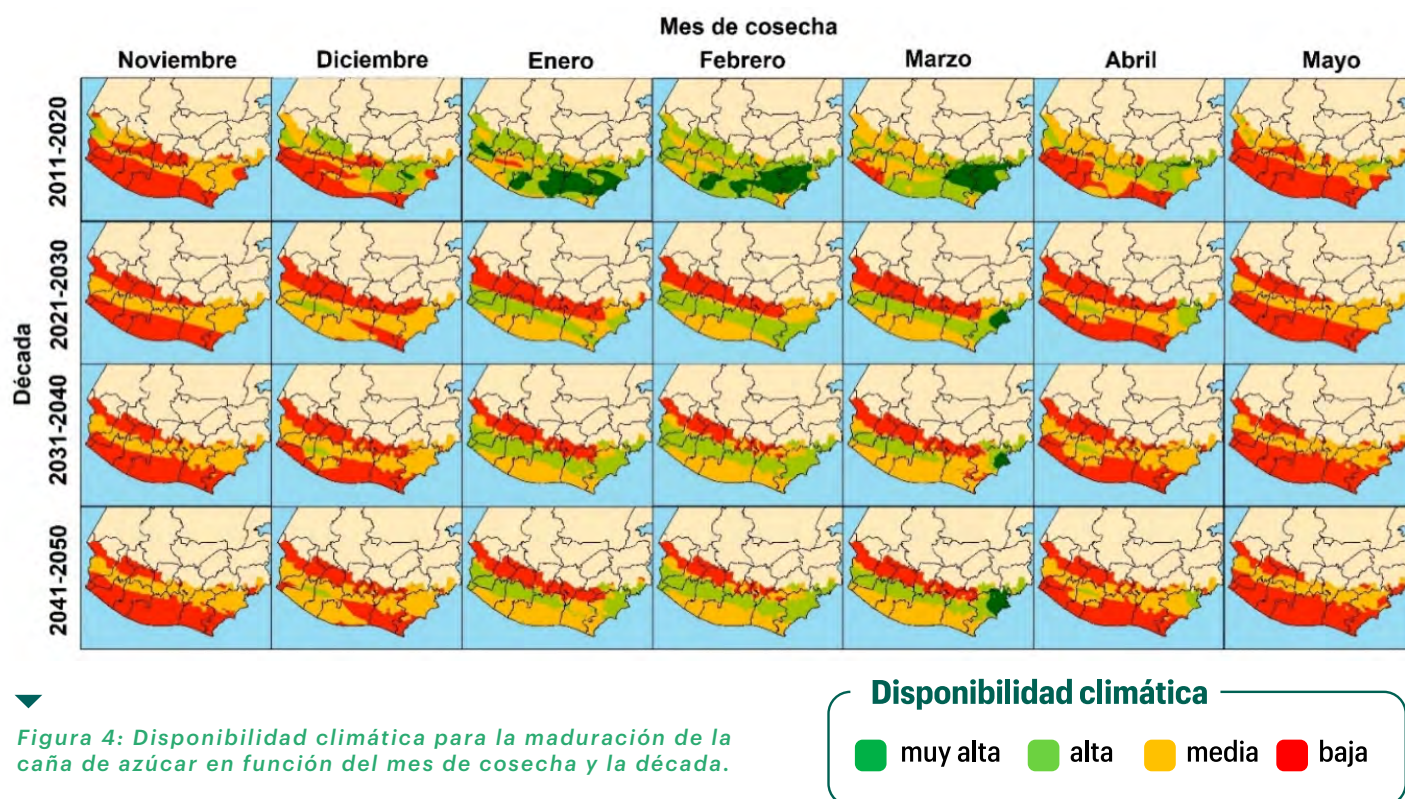


Figura 4: Disponibilidad climática para la maduración de la caña de azúcar en función del mes de cosecha y la década.

Para ambas etapas fenológicas los meses de cosecha más afectados son abril y mayo, por lo que, en la medida de lo posible, reducir el periodo de cosecha de la caña de azúcar (*zafra*) de noviembre a marzo, o incluso a mediados del mes de abril, podría incrementar la productividad. Asimismo, a lo largo de los próximos 24 años, ir moviendo la producción hacia los estratos altitudinales bajo (41-100 m.s.n.m.), medio (101-300 m.s.n.m.) y alto (301-600 m.s.n.m.) también podría incrementar la productividad. Aunque lo anterior podría no ser necesario si se producen variedades con tolerancia a temperaturas más altas para potenciar su uso.

Como recomendaciones para mantener o aumentar las Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) y las Toneladas de Azúcar por Hectárea (TAH) se podrían realizar las siguientes medidas: a) reducir a 5 o 6 meses (noviembre a abril o noviembre a marzo) la cosecha de la caña de azúcar, b) iniciar la cosecha en áreas cercanas entre los estratos litoral y bajo o en áreas cercanas a la zona Este o Este-este, c) Inducir

la maduración utilizando productos químicos, d) identificar las variedades de caña de azúcar que toleran temperaturas mínimas o medias más altas a través de la estimación de los índices bioclimáticos (temperatura base de la maduración) de cada variedad, e) desarrollar nuevas variedades con tolerancia a temperaturas más altas, f) realizar un mapeo sistemático de regiones productoras de caña de azúcar en otros países que actualmente operan bajo condiciones climáticas más cálidas que las de Guatemala, con el fin de identificar materiales genéticos adaptados al calor.

CONCLUSIONES

1. Durante la validación de los escenarios, únicamente el escenario Rcp 8.5 representó mejor el agroclima actual o histórico, por ello el escenario Rcp 4.5 se descartó.
2. De manera general, la disponibilidad agroclimática de la caña de azúcar para las etapas fenológicas de maduración y elongación podría disminuir, principalmente por el incremento de las temperaturas y disminución de la precipitación durante algunos meses de cosecha para mediados de siglo.
3. La disponibilidad agroclimática para la caña de azúcar para las etapas fenológicas de elongación y maduración podría moverse hacia lugares de mayor altitud, aumentando la disponibilidad agroclimática en áreas que actualmente poseen climas templados y húmedos; y disminuyendo en áreas con climas cálidos y secos.
4. La disponibilidad agroclimática para la caña de azúcar para la etapa de elongación podría mantenerse para los meses de cosecha de noviembre a febrero y disminuir principalmente para los meses de cosecha de marzo a mayo para la década del 2040 al 2050.
5. La disponibilidad agroclimática para la etapa fenológica de maduración podría mantenerse para los meses de cosecha noviembre, diciembre, abril y mayo; y disminuir en mayor proporción durante los meses de enero, febrero y marzo para la década del 2040 al 2050.
6. Este estudio puede ayudar a los tomadores de decisiones en el mediano y largo plazo, para implementar acciones para adaptar el cultivo de la caña de azúcar al clima futuro y disminuir el impacto de este.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, A.E.; Cock, J.; Hernández, A.; Irvine, J. Biología. In: Cassalet Dávila, C.; Torres Aguas, J.; Isaacs Echeverri, C. (Eds.), *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*; CENICAÑA: Cali, Colombia, 1995; pp. 28–62. Disponible en: https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf
- Arias, E.S. *Diagnóstico de rendimientos de caña de azúcar utilizando factores climatológicos múltiples* [Tesis de licenciatura]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras, 2008. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/da398d02-1b5d-4786-b364-e7b5a5784b9f/download>
- Asociación de Azucareros de Guatemala. *Desarrollo económico del azúcar de Guatemala*. 2022. Disponible en: <https://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-en-el-mundo/>
- Ayele, N.; Tegene, S.; Negi, T.; Getaneh, A.; Mengistu, L.; Mequanent, Y.; Dilnesa, Z. Challenges of the ripening of sugarcane at Tendaho, Metahara, and Wonji-Shoa sugar estates. *European Journal of Food Science and Technology* 2016, 4(4), 22–30. Disponible en: <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Challenges-of-Ripening-of-sugarcane-at-Tendaho-Metahara-and-Wonji-Shoa-Sugar-Estates.pdf>
- Bank of Guatemala. *Main exports FOB, years 1980–2021. General trade of Guatemala*. 2022. Disponible en: <http://banguat.gob.gt/es/page/exportaciones-fob-realizadas-0>
- Cardozo, N.P.; Sentelhas, P.C. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. *Scientia Agricola* 2013, 70(6), 449–456. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000600011>
- Cardozo, N.P.; Sentelhas, P.C.; Panosso, A.R.; Palhares, A.L.; Ide, B.Y. Modeling sugarcane ripening as a function of accumulated rainfall in southern Brazil. *International Journal of Biometeorology* 2015, 59(12), 1913–1925. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-0998-6>
- CENGICAÑA. *La meteorología de la caña de azúcar*. In: Castro, O.; Suárez, A. (Eds.), *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*; Librerías Artemis Edinter: Guatemala, 2012. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/572719.pdf>
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación sobre la Caña de Azúcar. *Informe de labores 2009–2010*. CENGICAÑA: Guatemala, 2011. Disponible en: <https://www.cenicana.org/publicaciones/>
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación sobre la Caña de Azúcar. *Series históricas de producción, exportación y consumo de azúcar en Guatemala*. 2022. Disponible en: <https://cenigana.org/files/20220809103440387.pdf>

- Ferraro, D.O.; Rivero, D.E.; Ghersa, C.M. An analysis of the factors that influence sugarcane yield in Northern Argentina using classification and regression trees. *Field Crops Research* 2009, 112(2–3), 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.02.014>
- Hargreaves, G.H.; Samani, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture* 1985, 1(2), 96–99. <https://doi.org/10.13031/2013.26773>
- INSIVUMEH. Database of 23 weather stations. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología: Guatemala, 2021. Disponible en: <https://insivumeh.gob.gt/>
- INSIVUMEH. Proyecciones de cambio climático para Guatemala: Reducción dinámica. Por Wilson García. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología: Guatemala, 2019. Disponible en: <https://insivumeh.gob.gt/wp-content/uploads/2022/03/Willson-Wyller-Garc%C3%ADa-Morales-Hoja-de-Vida.pdf>
- Private Institute for Climate Change Research. Data from the network of weather stations from 2011 to 2020. 2021. Disponible en: <https://redmet.icc.org.gt/login>
- Orrego, E.; Hurtado, R.; Long, M. Variables meteorológicas que influyen en el rendimiento de la caña de azúcar en el sur de Guatemala [Tesis de maestría]. Universidad de Buenos Aires: Argentina, 2019. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6671_OrregoLeon.pdf
- Romero, E.R.; Digonzelli, P.A.; Scandaliaris, J.; Leggio, M.F.; Giardina, J.A.; Fernández, J.; Casen, S.D.; Tonatto, M.J.; Alonzo, L.G. Manual del cañero. 2009. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_tecnica_del_canero.pdf
- Suárez, A. El Niño Oscilación del Sur y su influencia en el rendimiento de la caña de azúcar en Guatemala. 2012. Disponible en: <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/03/Indices-ENOS-y-produccion-en-ca%C3%B1a-de-azucar-en-Guatemala.pdf>
- Vásquez C., J.J. Efecto del clima en la producción de caña y azúcar en Central Progreso. 2017. Disponible en: <https://www.siiiba.conadesuca.gob.mx/siiaca/Consulta/verDoc.aspx?num=1281>

ARTÍCULO DE FÁBRICA

Potencial de la generación solar fotovoltaica a pequeña escala en los ingenios azucareros del país.

Por:

Mario Roberto Muñoz,
Cengicaña - eficienciae@cengicana.org



- Solar
- Fotovoltaica
- Electricidad
- Ingenios
- Energía renovable

R E S U M E N

El objetivo de este estudio es analizar el potencial técnico y económico de la energía solar fotovoltaica como alternativa complementaria a la generación eléctrica con bagazo en los ingenios azucareros de Guatemala. La motivación principal radica en la tendencia decreciente de la generación eléctrica en la última década, consecuencia directa de la disponibilidad de caña. Se realizó una evaluación preliminar de la viabilidad de implementar sistemas solares a pequeña escala, considerando factores como la alta radiación solar, la disponibilidad de terrenos, la infraestructura existente y la experiencia técnica de los ingenios en generación eléctrica. Los resultados sugieren que los ingenios cuentan con condiciones competitivas para diversificar su matriz energética y asegurar el suministro eléctrico durante los períodos de no zafra. Este análisis inicial sienta las bases para estudios más profundos que impulsen proyectos sostenibles, autosuficientes y económicamente viables dentro del sector.

I N T R O D U C C I Ó N

Aprovechar la alta radiación solar de la costa sur del país representa una oportunidad estratégica para diversificar la matriz energética de los ingenios con fuentes limpias, renovables y rentables. Para evaluar esta posibilidad, se realizó una simulación técnico-económica utilizando imágenes satelitales y herramientas de análisis fotovoltaico como PVWatts (*NREL*). El estudio tuvo como finalidad estimar el potencial técnico y económico de instalar plantas solares fotovoltaicas contiguas a las subestaciones de los ingenios azucareros. Se buscó identificar áreas viables para la instalación de paneles, simular la producción eléctrica anual por ingenio y cuantificar los ingresos potenciales por venta o ahorro energético. Como resultado, se estimó una capacidad total de 117 MW entre los ingenios, con una generación anual de 177 GWh, lo que podría traducirse en ingresos cercanos a USD 14 millones por año.

M A R C O T E Ó R I C O

A medida que las ubicaciones geográficas se acercan a los trópicos (*Ecuador*), la cantidad de radiación Solar (*Energía Solar*) que incide sobre las superficies terrestres es mayor. Guatemala se encuentra ubicada en uno de los mejores sectores del continente y recibe considerable radiación solar la mayor parte del año. Generalmente es la costa sur la que mejores valores presenta, siendo el litoral del pacífico el que tiene los valores máximos. En la Figura 1, se ve cómo la radiación (*Irradiación*) está en el rango entre 5 y 6 kWh/m²-día en la zona cañera y los ingenios.

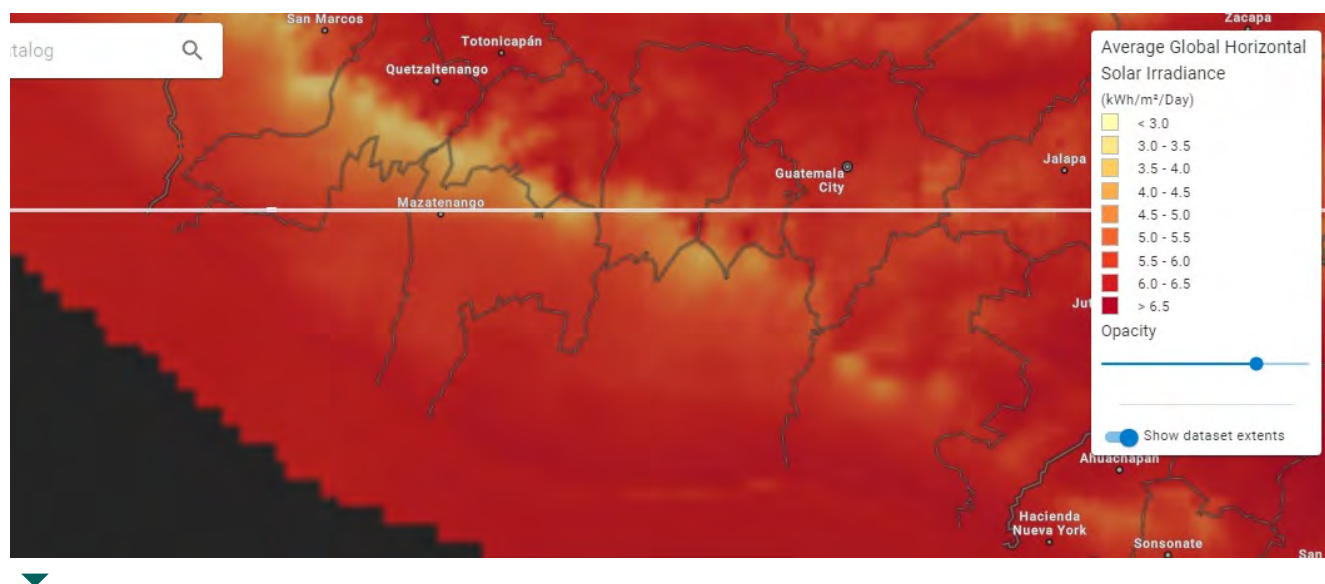


Figura 3: Radiación solar en la Costa Sur de Guatemala, entre 5-6 kWh/m²/día.

Fuente: <https://nsrdb.nrel.gov/data-viewer>

Radiación Solar

Radiación electromagnética procedente del Sol como consecuencia del movimiento acelerado de las partículas cargadas que lo componen. El Sol puede ser considerado como un foco térmico a 5,777 grados Kelvin, que hace llegar a la tierra 1,367 Watts/m².

La Irradiación directa normal

Es la radiación que incide durante un período de tiempo sobre una superficie determinada. se mide como energía en kWh/m²-día, medida en la dirección de un rayo incidente. Es la utilizada para cálculos de potencial fotovoltaico en paneles solares. “Se le conoce como la acumulación de energía promedio de permanencia sobre una superficie durante un período de tiempo. Llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.” (Marenco et al., 2017)

El Efecto Fotovoltaico

“Es la base del proceso mediante el cual una célula fotovoltaica convierte la luz Solar en electricidad. La luz Solar está compuesta por fotones o partículas energéticas, estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro Solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula pueden ser reflejados o absorbidos. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico.” (Barberá, 2007)

Panel Solar

Dispositivo que, apuntando hacia el Sol, es capaz de realizar el efecto fotovoltaico; convertir la energía fotónica a una corriente eléctrica que puede inyectarse a la red o consumirse internamente.

MÉTODO UTILIZADO

Conociendo los niveles de radiación Solar colindantes a las subestaciones eléctricas de las fábricas de los ingenios, se definieron espacios presumiblemente disponibles para colocar paneles Solares, para esto se utilizó Google Earth, luego la información geográfica se usó en PVWatts para evaluar y simular el potencial de generación eléctrica fotovoltaica de cada localidad. Para la selección de estas áreas se tomaron las siguientes premisas (ver ejemplo en la Figura 2):

- Que los espacios estén aledaños a las subestaciones eléctricas, esto con el objetivo de reducir las pérdidas de potencia entre paneles y transformadores y reducir costos de cableado.
- Que el terreno sea lo más plano posible, sin pendientes pronunciadas, con el objetivo de evitar sombras y aprovechar los 180° de recorrido Solar (acimut).
- Espacios relativamente limpios, sin construcciones o instalaciones cercanas de altura considerable, esto con el objeto de eliminar sombras.
- De preferencia sin caña para reducir el costo de oportunidad.



► Figura 2: Ejemplo de selección de área ideal para hacer análisis fotovoltaico en PVWatts

Una vez definidas las posibles áreas en cada ingenio, se sometieron a una evaluación de potencial fotovoltaico con el software PVWatts versión 8.2.1. Para la alimentación de PVWatts se debió contar con los siguientes parámetros:

Tamaño del sistema de CC

El tamaño del sistema de CC es la potencia nominal de CC (*corriente continua*) de la matriz fotovoltaica en kilovatios (kW) en estándar condiciones de ensayo (STC). PVWatts puede modelar cualquier tamaño de matriz, desde pequeños sistemas residenciales en azoteas a grandes sistemas de generación de energía montados en el suelo. El tamaño predeterminado de la planta fotovoltaica es de 4 kW. Para un sistema con módulos fotovoltaicos con una eficiencia del 16 %, esto corresponde a un área de matriz de aproximadamente 25 m²: $4 \text{ kW} \div 1 \text{ kW/m}^2 \div 16 \% = 25 \text{ m}^2$. Esta área de matriz es el área total del módulo, no el área total requerida por el sistema que puede incluir el espacio entre los módulos y el espacio para inversores y otras partes del sistema. De forma predeterminada, PVWatts utiliza una relación de tamaño de CC a CA de 1:1, de modo que el tamaño de la placa de identificación de CC de la matriz en STC es 1.1 veces el tamaño de CA (*corriente alterna*) del inversor. Por ejemplo, el sistema predeterminado de 4 kW tiene un tamaño de matriz de 4 kW de CC y un tamaño de inversor de 3.63 kW de CA. El valor predeterminado de la relación CC-CA es adecuado para la mayoría de los análisis.

Tipo de módulo

Se utiliza la información de la hoja de datos del módulo y el Cuadro 1 para elegir el tipo de módulo.

El tipo de matriz

Describe si los módulos fotovoltaicos de la matriz son fijos o si se mueven para seguir el movimiento del Sol a través del cielo con uno o dos ejes de rotación. El valor predeterminado es para una matriz fija o una sin seguimiento. En el caso de los sistemas con arreglos fijos, se debe elegir entre una opción de montaje en bastidor abierto o en techo. La opción de rack abierto es apropiada para sistemas montados en el suelo.

Pérdidas del sistema

Las pérdidas del sistema tienen en cuenta las pérdidas de rendimiento que cabría esperar en un sistema real que no son explícitamente calculadas por las ecuaciones del modelo PVWatts.

Categorías de pérdidas del sistema

El porcentaje de pérdidas del sistema se calcula con un valor basado en las categorías de pérdidas, la descripción de cada una de las categorías aparece en el Apéndice.

Cuadro 1. Tipos de módulo (panel) más comunes en la generación fotovoltaica

Tipo de módulo PVWatts	Material de la célula	Eficiencia nominal aproximada	Cubierta del módulo	Coefficiente de potencia de temperatura
Estándar	Silicio cristalino	19%	Vidrio con revestimiento antirreflectante	-0.37%/°C
Prima	Silicio cristalino	21%	Vidrio con revestimiento antirreflectante	-0.35%/°C
Película delgada	Película delgada	18%	Vidrio con revestimiento antirreflectante	-0.32%/°C

Cuadro 2. Parámetros elegidos para simulación según PVWatts

Parámetro	Valor
Relación de tamaño CC a CA	1.2
Eficiencia del inversor	16%
Cobertura de terreno	0.5
Albedo	Según archivo meteorológico
Tipo de módulo	estándar
Tipo de campo	Fijo con bastidor
Pérdidas del sistema	14.51
Inclinación en grados	15
Acimut en grados	180
Pérdidas del sistema	
Pérdidas del sistema	%
Suciedad	3.5
Sombra	2
Nieve	0
Disparidad	2
Cableado	2
Conexiones	0.5
Degradación por luz	1.5
Valor nominal	1
Antigüedad	0
Disponibilidad	3
Áreas para paneles	Propias de cada ingenio
Radiación normal directa	PVWatts

En el Cuadro 2, aparecen los datos que CENGICAÑA utilizó para alimentar el software y posteriormente ejecutar la evaluación del potencial fotovoltaico, los datos son comunes para cada ingenio, a excepción de las áreas disponibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen de los resultados obtenidos por la evaluación (*simulación*) realizada por PVWatts aparece en el Cuadro 3, en la primera columna los ingenios y sus fases, en algunos ingenios se consideraron varios espacios disponibles, por eso algunos tienen dos fases. En los ingenios que tienen una sola fase, obedece a que hay cañaverales muy cercanos, evaluaciones futuras pueden incluir otras áreas y más fases en cada ingenio.

El tamaño es la potencia eléctrica base que podría llegar a obtenerse en dichas áreas, esa potencia es alcanzable dependiendo del tipo, marca y calidad del panel que decida comprarse en un proyecto real, esta evaluación presenta una potencia de 117 MW.

La radiación Solar es la energía promedio disponible en cada ubicación, para toda la industria cañera del país se tiene un promedio de 5.64 kWh/m²-día.

Si se toma un valor promedio de venta (*costo*) de la energía de USD 0.8/kWh se tiene un potencial total de USD14 millones al año por vender o ahorrar 177 GWh/año. Este es un potencial estimado, para calcular la verdadera rentabilidad de un proyecto habría que calcular el valor real de la energía de un contrato específico, ya sea que la energía producida por los paneles se venda en la red o se use internamente en los ingenios, esta última generaría rentabilidad en época de no zafra.

Cuadro 3. Datos de diseño y resultados de simulación generación de energía por ingenio

Ingenio	Área <i>m²</i>	Tamaño <i>MW</i>	Radiación <i>kWh/m²/día</i>	Energía producida <i>kWh/año</i>	Valor energía <i>US\$/kWh</i>	Rentabilidad <i>US\$/año</i>
Ingenio 1	121139	17.10	5.55	25295691	0.08	\$2,023,655
Fase 1	47473	7.60	5.55	11200513	0.08	\$896,041
Fase 2	73666	9.50	5.55	14095178	0.08	\$1,127,614
Ingenio 2	28036	4.20	5.61	6287841	0.08	\$503,027
Ingenio 3	23012	3.33	5.45	4841683	0.08	\$387,335
Fase 1	9972	1.47	5.45	2141351	0.08	\$171,308
Fase 2	13040	1.86	5.45	2700332	0.08	\$216,027
Ingenio 4	240411	33.50	5.95	53436343	0.08	\$4,274,907
Fase 1	163209	22.60	5.95	35939161	0.08	\$2,875,133
Fase 2	77202	10.90	5.95	17497182	0.08	\$1,399,775
Ingenio 5	35833	4.60	5.49	6648436	0.08	\$531,875
Ingenio 6	247817	37.38	5.52	55255185	0.08	\$4,420,415
Ingenio 7	61526	9.00	5.60	13551121	0.08	\$1,084,090
Ingenio 8	51657	7.60	5.91	12105586	0.08	\$968,447
Total/promedio	809431	116.71	5.64	177421886	0.08	\$14,193,751

CONCLUSIONES

1. En todos los ingenios sí es factible montar plantas rentables de energía Solar fotovoltaica, lo que sería una gran oportunidad de aumentar la oferta energética renovable y sostenible que aumente la rentabilidad y productividad de los ingenios. Se estimaron USD14 millones al año de posibles futuros ingresos por aumento de venta de energía.
2. Las plantas fotovoltaicas aumentarían la generación de energía eléctrica de los ingenios a lo largo de todo el año, lo que daría mayor flexibilidad a la operación y menos dependencia de la red nacional de electricidad en época de reparación. Se estimaron 177 GWh por año en estas plantas exploratorias iniciales.
3. Este estudio es solo una evidencia del potencial fotovoltaico contiguo a las subestaciones eléctricas de los ingenios. Estudios de factibilidad en áreas de mayor tamaño mostrarían mayor potencial de rentabilidad de una inversión de este tipo.
4. Si los ingenios aumentan la cantidad de energía generada con fuentes renovables y limpias, sin lugar a duda colocarán a la industria cogeneradora y azucarera en mayores niveles de rendimiento económico y ambiental.

RECOMENDACIÓN

Evaluar montar plantas fotovoltaicas de este tipo, con escenarios reales y evaluando otros tamaños y capacidades. Se recomienda profundizar en análisis de factibilidad con flujos de caja reales para determinar el periodo de pago de la inversión y la tasa interna de retorno que permita la máxima rentabilidad. Dada la cantidad de terreno disponible en los ingenios se podría aumentar el potencial, el nivel base de la presente evaluación demuestra que está cerca de USD 14 millones/año de ingresos extras por venta de energía, asumiendo inversiones de USD 1 millón/MW instalado, se sugiere que esta estrategia podría pagarse en su conjunto en 8 años. Los paneles Solares generalmente tienen 25 años de vida útil, por lo tanto, podrían tenerse 17 años de rentabilidad neta y suficiente respaldo energético de menor costo para la época de reparación.

REFERENCIAS

- Daniel Barberá Santos. 2007. *Introducción a la Energía Fotovoltaica*. 20 p.
- Fredy A. Marengo, Henry A. Merino y Manuel E. Orellana. 2017. *Monitoreo de Irradiancia Solar en los diferentes Campus de la Universidad de El Salvador*. El Salvador. Universidad de El Salvador. 137 p.
- NREL. 2023. *Feedback documentation*. <https://pvwatts.nrel.gov/>. USA. 9 p.
- NSRDB. 2023. *Data Viewer. National Solar Radiation Database*. USA. <https://nsrdb.nrel.gov/data-viewer>.

WEBINAR EL INTERNET DE LAS COSAS APLICADO A LA AGRICULTURA

El 23 de julio de 2025 se realizó el webinar “El Internet de las Cosas aplicado a la agricultura”, un espacio en el que especialistas internacionales compartieron casos reales sobre el uso del IoT en el sector agrícola. La actividad dio inicio con las palabras de bienvenida de la Licda. Wendy Del Cid.

A lo largo de la jornada, expertos de Europa, Asia, África y América presentaron experiencias relacionadas con la implementación de sensores, el monitoreo remoto y diversas soluciones tecnológicas aplicadas al manejo agrícola y ambiental. Asimismo, se compartieron resultados del uso de IoT en el cultivo de caña de azúcar y se abordaron conceptos técnicos clave para su aplicación en campo.

Se contó con la participación de 117 profesionales de diversos países, entre ellos México, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Brasil, Colombia, Bolivia, Chile, Paraguay y República Dominicana. Gracias a estas plataformas, logramos trascender fronteras para compartir conocimiento y promover los avances tecnológicos.

El evento concluyó con los agradecimientos del Ing. Wilintón Hernández para los expositores de las siguientes empresas: CENICAÑA, CleverFarm, PROMOAGRO, TECNODRON, IGAAP, DISAGRO y AgritecGEO.



Seminario de Sostenibilidad

Transformando la Visión Estratégica



En un mundo donde los desafíos ambientales y sociales son cada vez más apremiantes, el sector empresarial de Guatemala, a través de la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA), ha demostrado su compromiso con un futuro más sostenible. Lejos de ser una simple tendencia, la sostenibilidad se ha convertido en un pilar fundamental para la competitividad, la innovación y la responsabilidad corporativa.

Con este espíritu, diversas empresas y 130 líderes del sector se reunieron en el auditorio de Cengicaña el viernes 8 de agosto para el Seminario de Sostenibilidad: *De la estrategia a la acción en un mundo cambiante*. Este encuentro, un espacio para el diálogo y el aprendizaje, tuvo como objetivo fortalecer el rol del sector privado como un verdadero agente de cambio en la región.

Durante el seminario, los asistentes exploraron tres ejes clave para una sostenibilidad efectiva:

- **Social:** Se discutió la evolución necesaria en las estrategias de sostenibilidad corporativa y la importancia de medir el retorno social de la inversión.





- **Gobernanza:** Se destacó cómo la gobernanza puede ser un motor estratégico que impulse la dirección y el crecimiento en una empresa.
- **Ambiental:** Se abordó la adaptación ambiental como un pilar en la sostenibilidad empresarial y el papel crucial del gobierno en la creación de políticas que incentiven la productividad.

El evento contó con la participación de líderes de diversas empresas y fundaciones que promueven activamente la sostenibilidad, quienes compartieron conocimientos y experiencias. Este seminario es un claro ejemplo del compromiso del sector empresarial guatemalteco por construir un futuro más próspero y sostenible, promoviendo la colaboración para enfrentar los retos actuales y futuros.



XVI



CONGRESO de Técnicos Azucareros de Guatemala

*Por una industria de la caña **más sostenible***

Del 8 al 11 de septiembre, el Hotel Soleil de Antigua Guatemala fue sede del “XVI Congreso de Técnicos Azucareros de Guatemala”, un evento organizado por la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA) que reunió a profesionales, investigadores, proveedores y representantes de los ingenios del país bajo el lema “Por una industria de la caña más sostenible”.

El congreso se consolidó como un espacio estratégico para la actualización técnica y el intercambio de conocimientos, reafirmando el compromiso del sector con la sostenibilidad, la innovación, la competitividad y la incorporación de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial.

El objetivo central del congreso fue proveer capacitación y mantener actualizados a los técnicos azucareros, presentando los avances y el desarrollo que la agroindustria de la caña ha alcanzado en los últimos años.

Para ello, el programa incluyó:

Conferencias magistrales impartidas por especialistas nacionales e internacionales
Charlas técnicas enfocadas en las áreas agrícola, industrial y de sostenibilidad. Giras de campo e industriales con el fin de pasar del aprendizaje a la práctica. Exposición comercial, donde empresas proveedoras presentaron soluciones, equipos y herramientas de última generación.



Los contenidos abordados reflejaron los desafíos actuales de la industria, así como las oportunidades para avanzar hacia procesos más eficientes, responsables y competitivos.

Giras de Campo e industriales:

Como parte del programa, los participantes realizaron una gira de campo e industrial en la que visitaron 4 ingenios:

- *Pantaleón: Donde se visitó la planta formuladora de fertilizante líquido a base de vinaza. Observaron el proceso de la siembra mecanizada y el corte mecánico, así como el proceso del biocompost.*
- *Magdalena: Aquí se presentó a los participantes el manejo del estrés oxidativo, las mediciones de variables agrícolas con NIR y la medición de eficacia de la resiembra.*
- *La Unión: se visitaron los molinos nuevos, la planta desmineralizadora y los evaporadores falling film. También se observó el tacho VKT y el microscopio en línea en sistema de tachos.*
- *Palo Gordo: presentó su novedoso sistema de acondicionamiento de azúcar y la nueva refinería.*



Durante estas visitas, los asistentes observaron de primera mano proyectos innovadores, prácticas sostenibles y tecnologías aplicadas tanto en el área agrícola como en la industrial, fortaleciendo así el intercambio de experiencias entre ingenios y promoviendo la adopción de soluciones que impulsen la modernización del sector.

En la ceremonia de inauguración se contó con la participación de la Viceministra de Seguridad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Mayra Lissette Motta, quien destacó la importancia del trabajo técnico y la innovación para el desarrollo sostenible de la

agroindustria de la caña en Guatemala, quien reafirmó el respaldo institucional hacia los esfuerzos del gremio por fortalecer la competitividad del sector y promover prácticas responsables que contribuyan al bienestar económico, social y ambiental del país.

En la inauguración también estuvo presente la Licda. Andrea Bolaños, Gerente de Sostenibilidad de Asazgua, quien impartió la plenaria: Más allá del campo, como la sostenibilidad impulsa la competitividad en la industria de la caña de azúcar. También participó el Ing. Raúl Castillo quien compartió la conferencia “Hacia la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar.

Por último se entregó un reconocimiento al Ing. Dietrich Haeckel, fundador de ATAGUA reconociendo su trayectoria y aportes en el mundo del azúcar.

El XVI Congreso de Técnicos Azucareros de Guatemala dejó como resultado un valioso intercambio de conocimientos, nuevas alianzas y una visión renovada sobre el papel de la tecnología y la sostenibilidad en el futuro del sector.

ATAGUA agradeció la participación de los asistentes, el apoyo de los patrocinadores y el compromiso de los ingenios y empresas que hicieron posible este encuentro, reafirmando su misión de continuar promoviendo la capacitación y el desarrollo técnico de los profesionales de la industria azucarera.





CARRERA DEL AZÚCAR 2025 38 edición



El domingo 26 de octubre, desde las 7:00 de la mañana, las principales calles y avenidas de la cabecera departamental de Escuintla se llenaron de energía y entusiasmo con la celebración de la 38 Carrera del Azúcar, evento organizado conjuntamente por ATAGUA y Guatecaña.

Más de 3,000 corredores participaron en esta tradicional competencia, conocida como "La Carrera más dulce del año", recorriendo 10.5 kilómetros con salida y meta en el Centro Comercial Interplaza Escuintla. Este evento deportivo no solo marca simbólicamente el inicio de una nueva zafra, sino que también promueve y fortalece la cultura de actividad física tanto en la agroindustria azucarera como en todo el país.

La carrera contó con cuatro categorías: Libre, Máster, Trabajadores de Ingenios y Socios de ATAGUA, permitiendo la participación de corredores con diferentes niveles de experiencia y vinculación con el sector azucarero.

Para garantizar la seguridad y bienestar de todos los participantes, el recorrido contó con 12 puestos de hidratación distribuidos estratégicamente a lo largo de la ruta, más dos adicionales en la meta. Además, se dispuso de 8 puestos de asistencia médica para atender cualquier eventualidad.



La 38 Carrera del Azúcar representa mucho más que un evento deportivo. Su realización genera una importante actividad económica local, beneficiando a comerciantes, proveedores de servicios y diversos sectores de la comunidad escuintleca, fortaleciendo los lazos entre la agroindustria azucarera y la población.

Ganadores “Carrera del Azúcar 2025 · 38 Edición”

Categoría Libre	
Rama masculina	Rama femenina
Williams Julajuj	Vivian Aroche
José Carlos Gonzalez	Teresa Lares Velásquez
Miguel Alejandro Chay	Joselyne Jenifer Yos

Colaboradores Ingenios	
Rama masculina	Rama femenina
Luis Eduardo Sinai De La Cruz	Ana Lorena Vila
Salvador Quiej Lux	Alejandra Escobar
Luis Enrique Farfán Torres	María Eugenia Nix Abinal

Categoría Master	
Rama masculina	Rama femenina
Francisco Gonzalez Sut	Olga Mariela Rodas
Vicente Noe Pascual	Sandra Paola Canteo
Byron Estuardo Miranda	Gemma Victoria Abaj

Socios ATAGUA	
Rama masculina	Rama femenina
Pedro Lima	Thelma Yolanda Flores
Alex Guerra	Astrid Beatriz Ordoñez
Hector Fabricio Alvarado	Mirna Haydee Tun

Asamblea General y Convivio Navideño 2025 ATAGUA

Un cierre de año para celebrar logros
y proyectar el futuro.

La Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA) celebró su Asamblea General y Convivio Navideño el 4 de diciembre en el Club de Ingenio Madre Tierra. Un encuentro que reunió a más 180 profesionales de diferentes ingenios, empresas proveedoras y aliados estratégicos para cerrar el año con un espacio de unión, reconocimiento y convivencia.

La asamblea general dio inicio con las palabras de bienvenida por parte de la Licda. Wendy Alejandra Del Cid, en las que se destacó el compromiso de los técnicos azucareros, el papel fundamental que desempeñan en el desarrollo del sector y las principales actividades realizadas durante el año.

Posteriormente, se presentó un video resumen de actividades, que recopiló los principales logros, capacitaciones, congresos, giras técnicas y

proyectos impulsados por ATAGUA durante el año 2025.

Como parte de la agenda formal, se realizó la presentación de los resultados financieros, reafirmando el compromiso de la Asociación con la transparencia y la buena administración de los recursos.

Seguidamente, se dio a conocer el Plan de Trabajo 2026, el cual contempla nuevas oportunidades de capacitación, actividades técnicas y acciones orientadas a promover la innovación, la sostenibilidad y la competitividad dentro del sector azucarero.

Durante la Asamblea se llevó a cabo la elección de la nueva Junta Directiva, integrada por profesionales comprometidos con continuar impulsando el crecimiento técnico y organizacional de ATAGUA.

Nueva Junta Directiva

Nombre	Puesto	Lugar de trabajo
Dr. Gerardo Espinoza	Presidente	Cengicaña
Ing. Gustavo Ralda	Vicepresidente	Pantaleon
Ing. Raisa Vega	Tesorera	Cengicaña
Ing. Fabricio Alvarado	Protesorero	Pantaleon
Ing. Mario Sagastume	Secretario	Cengicaña
Ing. Raúl Barneond	Protesorero	Palo Gordo
Ing. Wilinton Hernández	Vocal I	La Unión
Inga. Jeniffer Muralles	Vocal II	Santa Ana
Ing. Percy Lara	Vocal III	Magdalena
Ing. Fernando Morales	Vocal IV	San Diego

Reconocimientos Portela y premios a la excelencia técnica

Uno de los momentos más significativos del evento fue la entrega de los Premios Portela, un reconocimiento que destaca la trayectoria, dedicación y aporte técnico de profesionales del sector.

Los galardonados fueron:

- Ing. Max Letona – Área Industrial
- Ing. Víctor Azañón – Área Agrícola

Asimismo, se entregaron los premios a la Mejor Presentación del Congreso ATAGUA 2025, reconociendo la calidad técnica y el aporte al conocimiento sectorial:

- Área Industrial: Ing. Otto Paau
- Área Agrícola: Dr. Gerardo Espinoza

Como parte de la visión de modernización institucional, se presentó la modificación del logo de ATAGUA, un diseño renovado que refleja la evolución de la Asociación, su compromiso con la innovación y su identidad dentro de la agroindustria de la caña.

ATAGUA expresó un especial agradecimiento a los profesionales y casas comerciales que brindaron apoyo a las diversas actividades realizadas durante el año, reconociendo su aporte al fortalecimiento técnico y al desarrollo de la Asociación.

La jornada concluyó con una cena de convivencia, acompañada de rifas y música, creando un ambiente que permitió compartir, celebrar los logros del año y fortalecer los vínculos entre colegas y aliados del sector.

