

UB

**INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA
DE BARRANQUILLA**



SC-CER379327



TECNOLOGÍA AGRO-VOLTAICA (AGRO-FOTOVOLTAICA) VENTAJAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL CAMPO

EMERSON ANDREIS DE JESUS ROJAS FERIS

Magister en ingeniería Eléctrica

Profesor Universitario, Investigador categorizado Min ciencias

FACULTAD DE INGENIERÍA

PERFIL DOCENTE



PERFIL DOCENTE

TP Electromecánico - ITSA

Tecnólogo en electromecánica - ITSA

Ingeniero Eléctrico – CUC

Especialista en Automatización y Control Industrial – CUC

Magister en ingeniería Eléctrica – Universidad del Norte

Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica –
Universidad del Norte (En Tesis)

14 años de experiencia Docente

IUB

Docente tiempo completo

Categoría Asociado

Electricaribe

Termoeléctrica de Barranquilla

SENA

UNICORSALUD

CONTE

Ministerio de Educación

Forward Foundation International



Fuente: BID

www.unibarranquilla.edu.co

UB INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA
DE BARRANQUILLA

CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA PARA EL AGRO



AGRO

Solo se está aprovechando 13,5% de las 39,2 millones de hectáreas con potencial

martes, 28 de junio de 2022

f t in

GUARDAR



Agregue a sus temas de interés

- Agricultura rural
- Ambiente

Los cultivos agrícolas con mayor extensión son los tropicales, cereales y frutales, que representan 70% de la área total de tierras

ALEJANDRA RICO MUÑOZ

Colombia cuenta con una extensión de hectáreas. De estas, la frontera



tierra agricola en colombia

Todo Imágenes Noticias Videos Maps Más Herramientas

Cerca de 18.600.000 resultados (0,35 segundos)

Colombia cuenta con una extensión de tierras de 114 millones de hectáreas. De estas, la frontera agrícola o el potencial para cultivar son 39,2 millones de hectáreas, lo que equivale a 34% del total. Durante el 2021, se registraron 5,3 millones de hectáreas sembradas, es decir, tan solo 13,5% del potencial. 28/06/2022



LaRepublica.co
<https://www.larepublica.co/economia/del-34-del-area...>

Solo se está aprovechando 13,5% de las 39,2 millones de ...

TRANSICIÓN ENERGÉTICA



2021

37 PROYECTOS

▶ 754 MW

CIERRE DE 2021

36 | 1

SOLARES | EÓLICO

\$1,8 BILLONES

3.600 EMPLEOS

458 MIL HOGARES

El futuro es de todos Minenergía

#LaNUEVAENERGÍA

Fuente: SER

¿QUÉ ES LA AGROVOLTAICA (AGRO – FOTVOLTAICA)?



La suma de la agricultura y la energía solar fotovoltaica.

la energía agrivoltaica también favorece los efectos adversos del cambio climático. La instalación solar en los campos agrícolas genera condiciones microclimáticas favorables que reducen el consumo de agua para el cultivo hasta un 15-20 %.

Fuente: <https://esenergia.es/energia-solar-agricultura/>

PUBLICACIONES EN AGROVOLTAICA EN LOS ULTIMOS AÑOS

- 2020-2023
- Aproximadamente 280 publicaciones
- WOS: 267
- SCIENCE DIRECT: 240
- SCOPUS: 230
- IEEE: 6 (Todas de congreso)

NATURALEZA DE LA ENERGÍA SOLAR

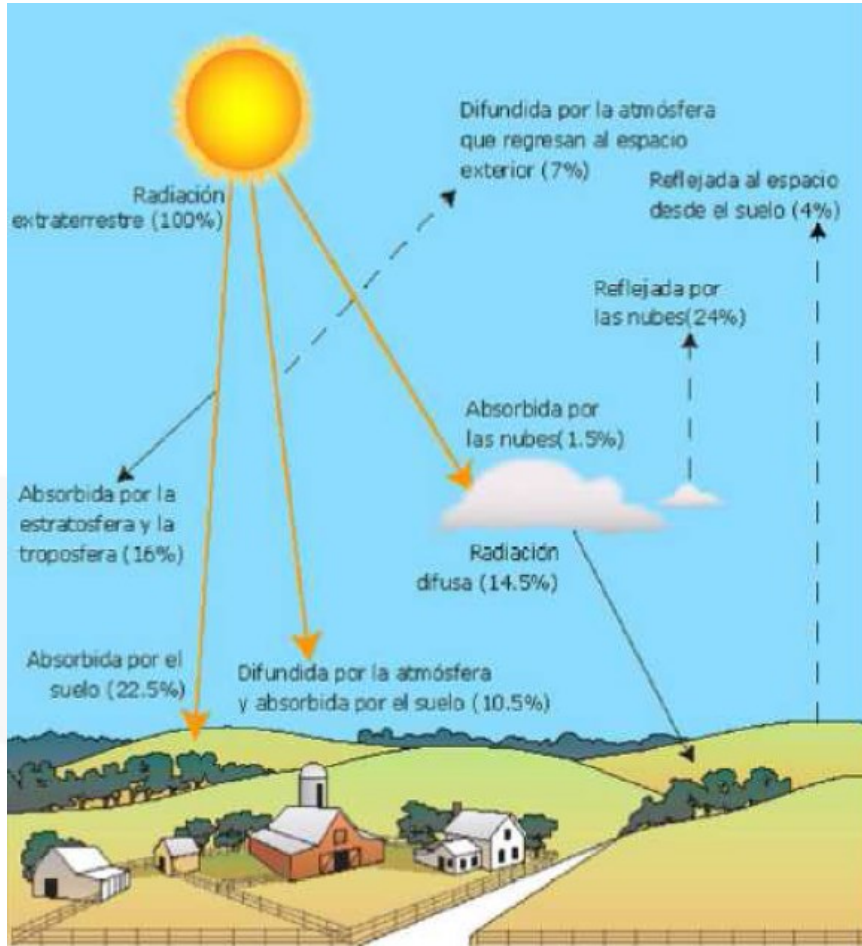


Figura 3.

16% Estratósfera y Tropósfera
22.5% Suelo (4% reflejada al espacio).

17.5% difundida por la atmósfera.
10.5% Suelo (7% reflejada al espacio)

24% reflejada por nubes y 1.5% absorbida.

14.5% como radiación difusa.

47.5% de la radiación llega a la superficie de la Tierra.

NATURALEZA DE LA ENERGÍA SOLAR

- **Radiación directa:** Es la radiación que incide sobre los objetivos iluminados por el Sol sin haber interactuado con nada y sin cambiar de dirección (es la más importante en un día soleado).
- **Radiación difusa:** Es una radiación que incide indirectamente, como reflejo de la radiación solar que es absorbida por el polvo y el aire (es la radiación típica de los días nublados y depende directamente de las **condiciones atmosféricas**).
- **Albedo:** Radiación reflejada
- **Radiación Global:** La suma de todas las contribuciones



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Producido en colaboración con **TROLLBÄCK + COMPANY** | TheGlobalGoals@trollback.com | +1.212.529.1010
Para cualquier duda sobre la utilización, por favor comuníquese con: dpicampaigns@un.org

CASOS DE ÉXITO EN EL MUNDO

CASOS DE ÉXITO EN EL MUNDO

Una planta piloto agrovoltaica alemana utiliza ciclos cerrados de agua y nutrientes

El Instituto Estatal de Investigación de Viticultura y Pomicultura (LVWO) de Baden-Württemberg (Alemania) ha empezado a generar electricidad y cultivar bayas en una planta piloto.

MAYO 23, 2023 **PETRA HANNEN**

FV COMERCIAL & INDUSTRIAL

TECNOLOGÍA E I+D

ALEMANIA

EUROPA OCCIDENTAL



Imagen: Fraunhofer ISE

CASOS DE ÉXITO EN EL MUNDO



Made for minds.

DESTACADOS [Aprenda alemán jugando](#) [Guerra en Ucrania](#)

Últimos videos [Últimos audios](#)

TV en v

Doble cosecha con energía solar

Gero Rueter

19/10/2021

El cultivo de frutas y hortalizas bajo paneles solares puede resultar doblemente rentable para la agricultura. DW visita una granja solar alemana y examina otros lugares en los que esta combinación está dando sus frutos.

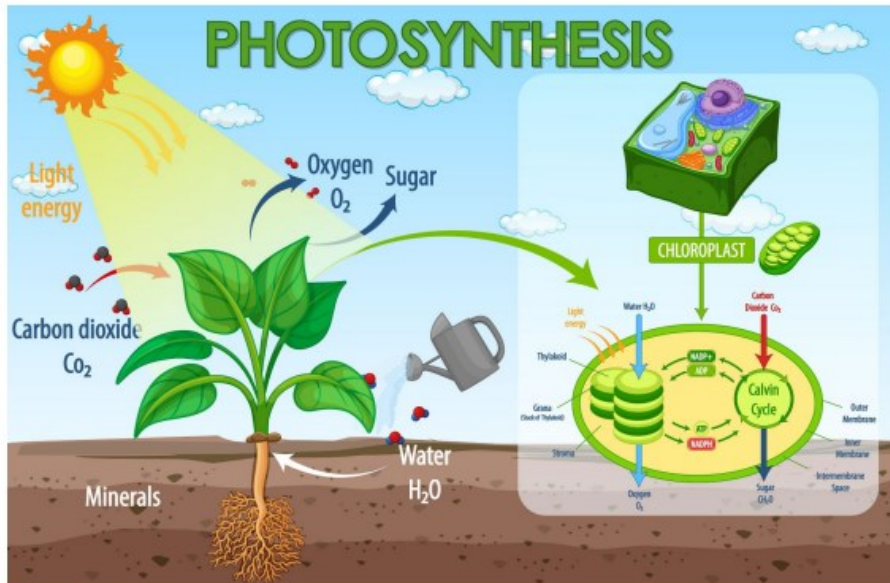


SITUACIÓN ACTUAL DE LA AGRIVOLTAICA EN ESPAÑA, EUROPA Y EL MUNDO – OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Manuel Blanco, Natalie Hanrieder, Anna Kujawa y Stefan Wilbert

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Institut für Solarforschung
(Centro Aeroespacial Alemán e. V. (DLR), Instituto de Investigaciones Solares)

Conversión fotosintética



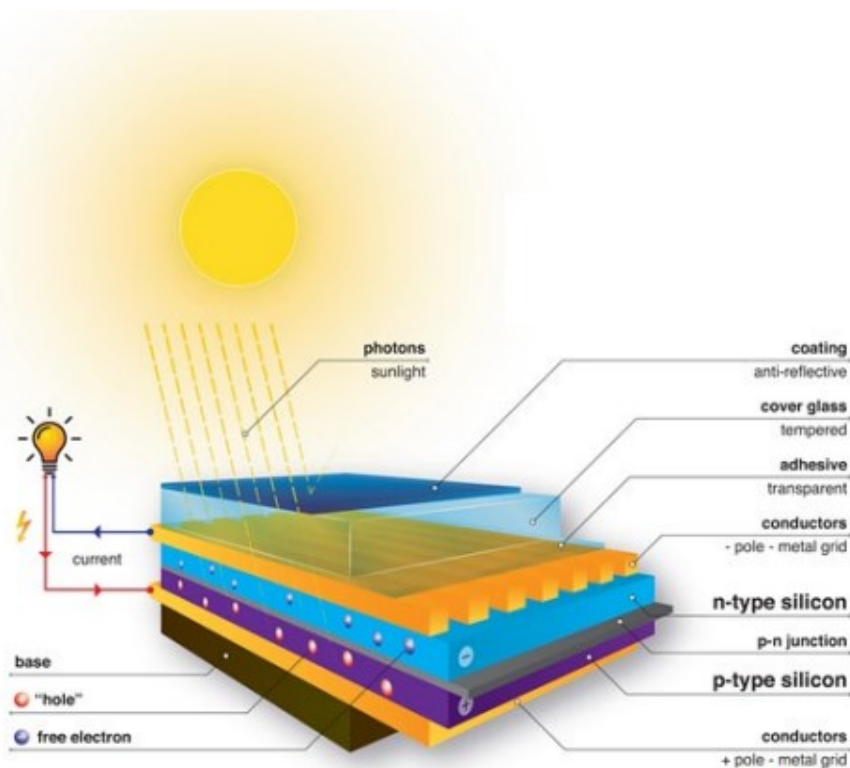
Adobe Stock

1. Conversión de la energía solar radiante en energía química.
2. Rendimientos de conversión entre 0.2 y 2%.
3. Diseñada por la naturaleza en un proceso que ha llevado del orden de 3000 millones de años.
4. Tecnología totalmente reciclable basada en los principios de “circularity by design”.
5. Inmensa variedad de variaciones adaptadas a todo tipo de ecosistemas.
6. Transforma el CO₂ del aire y otros elementos en biomasa, que sirve de alimento directo o indirecto, para una gran parte de los seres vivos, incluido el hombre.

Manuel Blanco, Natalie Hanrieder, Anna Kujawa y Stefan Wilbert

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Institut für Solarforschung
(Centro Aeroespacial Alemán e. V. (DLR), Instituto de Investigaciones Solares)

Conversión fotovoltaica

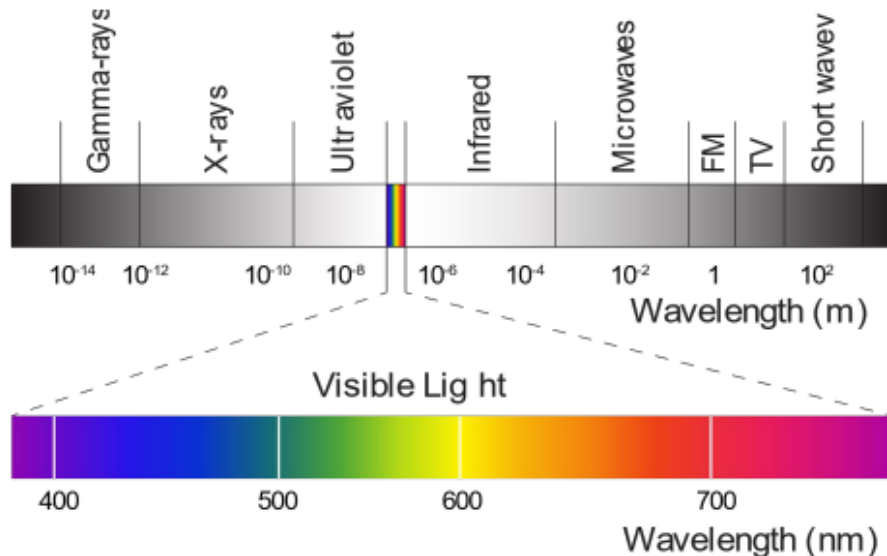


1. Conversión de la energía solar radiante en energía eléctrica.
2. Rendimientos de conversión entre 9 y 16%.
3. Diseñada por el hombre en un proceso que ha llevado menos de 119 años.
4. Tecnología comercial difícilmente reciclable, aún no basada en los principios de "circularity by design".
5. Escasa variedad de alternativas.
6. Capaz de generar exergía pura utilizable en una gran variedad de modos y de poderse almacenar de diversas formas, para su uso futuro.

Manuel Blanco, Natalie Hanrieder, Anna Kujawa y Stefan Wilbert

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Institut für Solarforschung
(Centro Aeroespacial Alemán e. V. (DLR), Instituto de Investigaciones Solares)

Integración concurrente y apropiada



Tom Gaimann, [CC BY-SA 4.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum_Spanning_18_Orders_of_Magnitude), via Wikimedia Commons

1. Hay que optimizar el sistema agrivoltaico en su conjunto, teniendo en cuenta:
 - a. Las características del recurso solar.
 - b. Las características de la tecnología fotovoltaica a utilizar.
 - c. Las características del cultivo o cultivos a utilizar.
2. Esta optimización puede basarse en actuar sobre:
 - a. La intensidad de la radiación solar.
 - b. La calidad de la radiación solar.
 - a. Distribución espectral.
 - b. Distribución direccional.

Manuel Blanco, Natalie Hanrieder, Anna Kujawa y Stefan Wilbert

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Institut für Solarforschung
 (Centro Aeroespacial Alemán e. V. (DLR), Instituto de Investigaciones Solares)

Integración concurrente y apropiada



SYNATRA – Arquitecturas sinérgicas para agrovoltaica de nueva generación integrando módulos fotovoltaicos orgánicos transparentes.
 Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, *Programa Estatal para Impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia* de la Agencia Estatal de Investigación dentro de la convocatoria «*Proyectos en líneas estratégicas 2022*»
 El consorcio de SYNATRA, interdisciplinar y multisectorial, se compone de seis organizaciones: cuatro centros de investigación ([ICMAB-CSIC](#), [IBMCP-CSIC](#), [ICFO](#) e [IRTA](#)), un centro tecnológico ([Eurecat](#)) y una *spin-off* ([VITSOLC](#)).
Fuente: eurecat - centro tecnológico de Cataluña.

Manuel Blanco, Natalie Hanrieder, Anna Kujawa y Stefan Willbert
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Institut für Solarforschung
 (Centro Aeroespacial Alemán e. V. (DLR), Instituto de Investigaciones Solares)

- Método de la intensidad de radiación.** Principal cuestión de I+D encontrar la cobertura máxima y la disposición óptima de los módulos fotovoltaicos que maximice los ingresos por producción de electricidad y cultivos.
- Método de la separación de componentes de la radiación.** La principal cuestión de I+D es encontrar la forma de concentrar la radiación directa en módulos fotovoltaico de concentración y dejar pasar la radiación difusa a los cultivos que maximice los ingresos por producción de electricidad y cultivos.
- Método de la compartición del espectro de la radiación.** La principal cuestión de I+D es encontrar la forma de compartir el espectro de la radiación solar entre los módulos fotovoltaicos y los cultivos que maximice los ingresos por producción de electricidad y cultivos.

Inicio » Energía Solar » **Los Países Bajos, Austria y Alemania acogen pilotos de investigación agrovoltaica en cultivos frutales**

BUSCADOR

Buscar en e

Los Países Bajos, Austria y Alemania acogen pilotos de investigación agrovoltaica en cultivos frutales

Publicado: 16 de enero de 2023

La empresa [BayWa r.e.](#) ha anunciado avances en investigación en energía agrovoltaica con cuatro proyectos piloto ubicados en cultivos frutales de los Países Bajos, Austria y Alemania, que combinan la producción de alimentos y la energía solar en el mismo terreno. Además, estos sistemas tienen como objetivo mejorar la calidad de la fruta a través de estudios sobre la salud de las plantas, crecimiento y producción, a la vez que ayudan a reducir los residuos derivados del plástico.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA IUB



DISEÑO DEL PROTOTIPO DE UN SEGUIDOR SOLAR AUTOMATIZADO PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE GENERACIÓN DE ENERGIA Y LA PRESERVACION DE CULTIVOS AGRICOLAS

Anthony De Jesús Junco Logreira

Daniel Munive Acosta

Diego Armando Paternina Alean

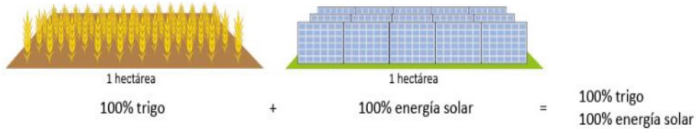
Ingeniería Mecatrónica

TUTORES

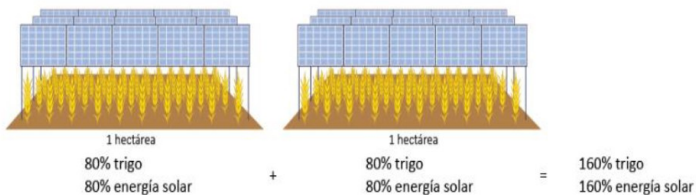
Emerson Rojas Feris & Andrés Ahumada

INTRODUCCIÓN

FASE 1
Uso separado de la tierra de cultivo en dos hectáreas



FASE 2
Uso combinado de la tierra de cultivo en dos hectáreas: crece la eficiencia en un 60%



Seguidor solar automatizado mejora la energía y protege cultivos, revolucionando eficiencia y sostenibilidad.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

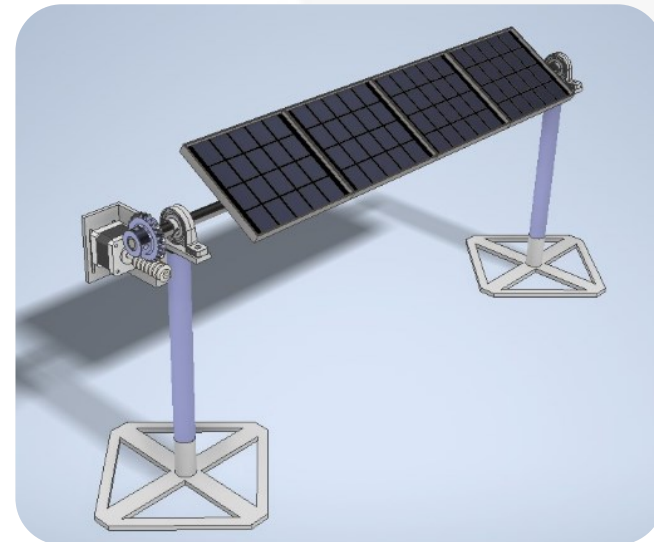
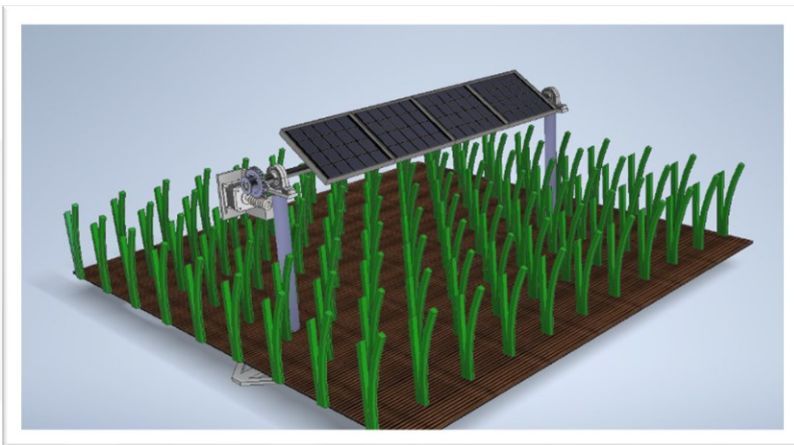
- ✓ ESCASES DE TERRENO PARA GRANJAS SOLARES
- ✓ EFICIENCIA LIMITADA EN LOS PANELES



- ✓ FALTA DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS DE LOS DIFERENTES EFECTOS CLIMATICOS
- ✓ FALTA DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGIAS RENOVABLES EN EL CAMPO

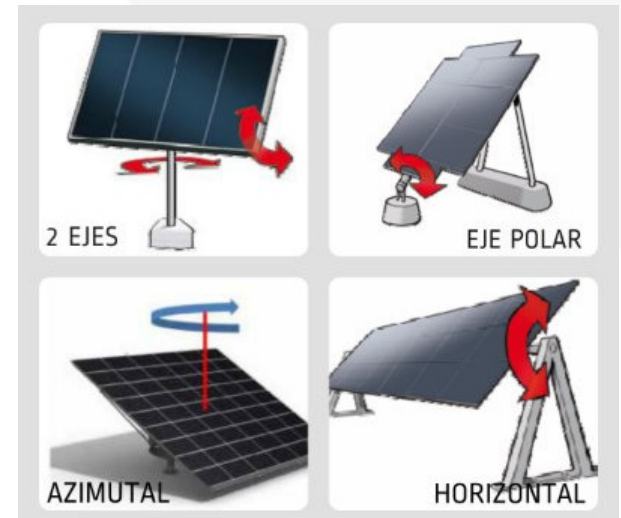
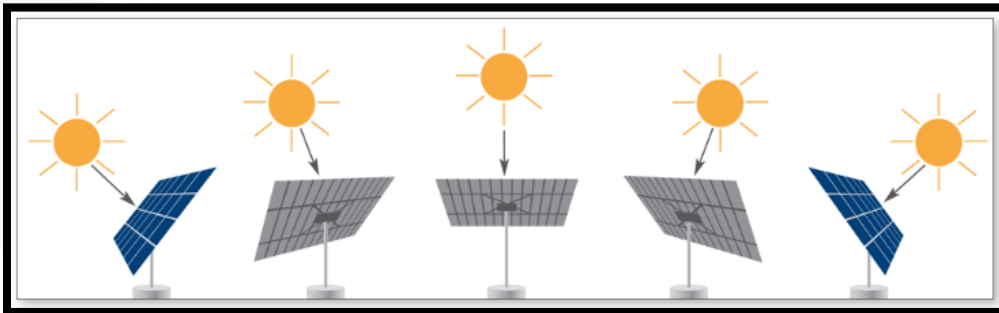
OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un prototipo de seguidor solar automatizado que aumente el rendimiento de generación de energía y contribuya a la preservación de cultivos agrícolas.



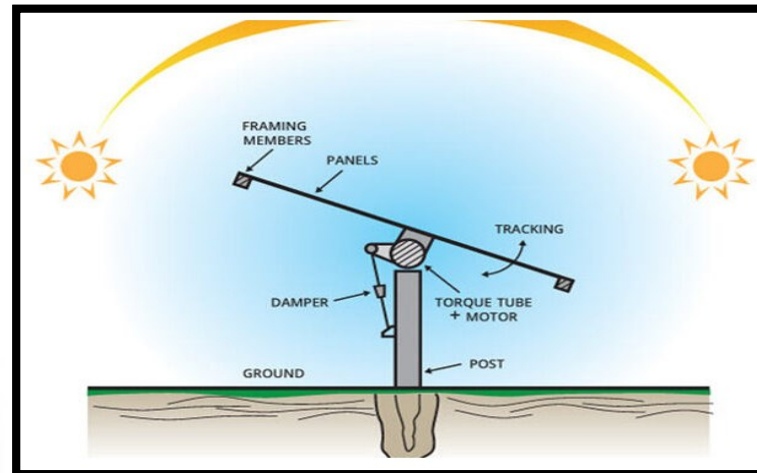
OBJETIVO ESPECIFICO # 1

- Determinar los sistemas de seguimiento solar más adecuados que permitan maximizar la captación de energía solar a lo largo del día.



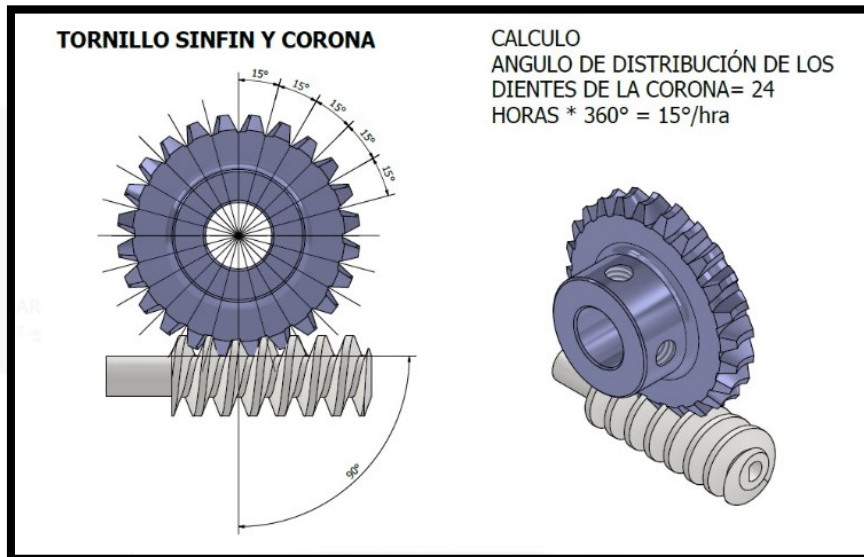
RESULTADO OBJETIVO 1

El principal beneficio del seguidor solar de un solo eje en un sistema agrovoltaico es su habilidad para ajustar la orientación de los paneles solares según la posición del sol, lo que no solo mejora la producción de energía, sino también permite un mejor equilibrio entre la captación solar y la iluminación necesaria para los cultivos, optimizando así tanto la generación de energía como el crecimiento de las plantas.



OBJETIVO ESPECIFICO # 2

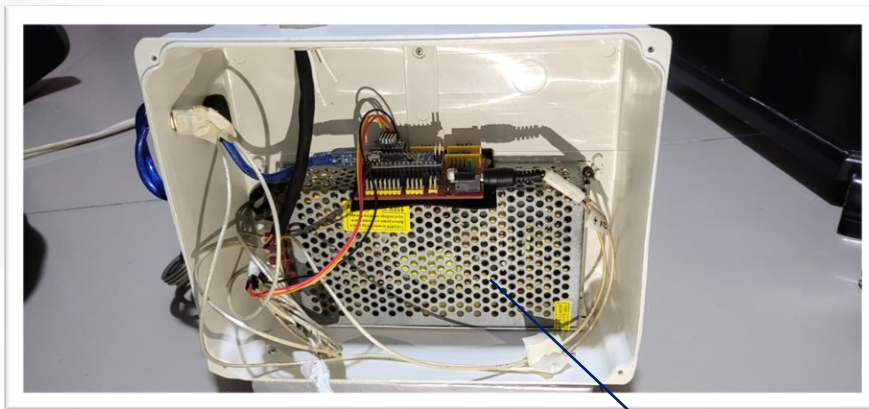
- Identificar componentes y mecanismos que permitan automatizar el movimiento del seguidor solar, asegurando un seguimiento óptimo del sol y maximizando la eficiencia energética y agrícola.



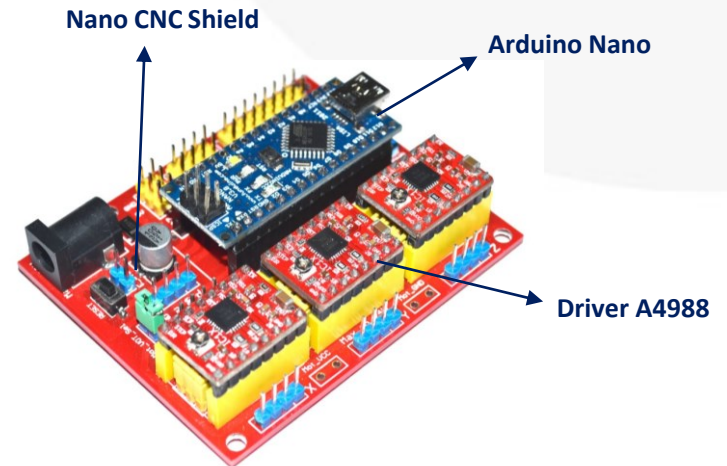
HORA	ANGULO HORARIO	ANGULO HORARIO
6:00 a. m.	- 90 grados	- 1.57079632679 radianes
7:00 a. m.	- 75 grados	- 1.30899693899 radianes
8:00 a. m.	- 60 grados	- 1.0471975512 radianes
9:00 a. m.	- 45 grados	- 0.7853981634 radianes
10:00 a. m.	- 30 grados	- 0.52359877559 radianes
11:00 a. m.	- 15 grados	- 0.2617993878 radianes
12:00 p. m.	0 grados	0.0 radianes
1:00 p. m.	15 grados	0.2617993878 radianes
2:00 p. m.	30 grados	0.52359877559 radianes
3:00 p. m.	45 grados	0.7853981634 radianes
4:00 p. m.	60 grados	1.0471975512 radianes
5:00 p. m.	75 grados	1.30899693899 radianes
6:00 p. m.	90 grados	1.57079632679 radianes

RESULTADO OBJETIVO 2

Al emplear dispositivos electrónicos como el Arduino Nano, fuente regulada y paneles solares, junto con un diseño de mecanismo de sinfín y corona conforme a estándares de estabilidad y confiabilidad, se ha conseguido establecer un mecanismo de mantenimiento sencillo. Esto contribuye al seguidor solar agrovoltaico, impulsando energías limpias y renovables



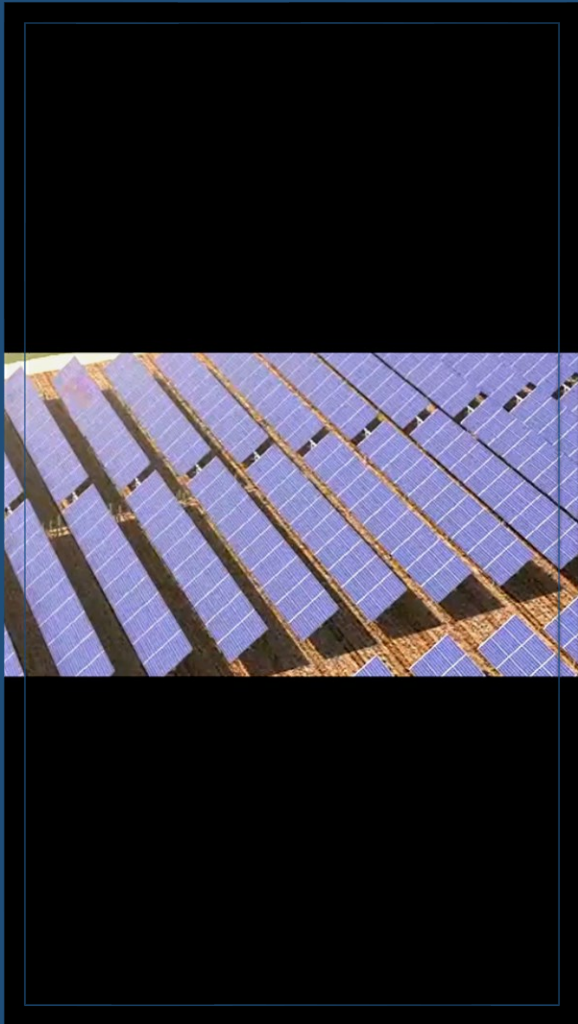
FUENTE
REGULADA 12V



OBJETIVO ESPECIFICO # 3

- Validar el funcionamiento del seguidor solar automatizado integrando las diferentes tecnologías para minimizar los impactos negativos en los cultivos agrícolas, como sombreado excesivo o interferencia con los patrones de riego, garantizando así la preservación de los cultivos.





RESULTADO OBJETIVO 3

ALCANCES Y LIMITACIONES

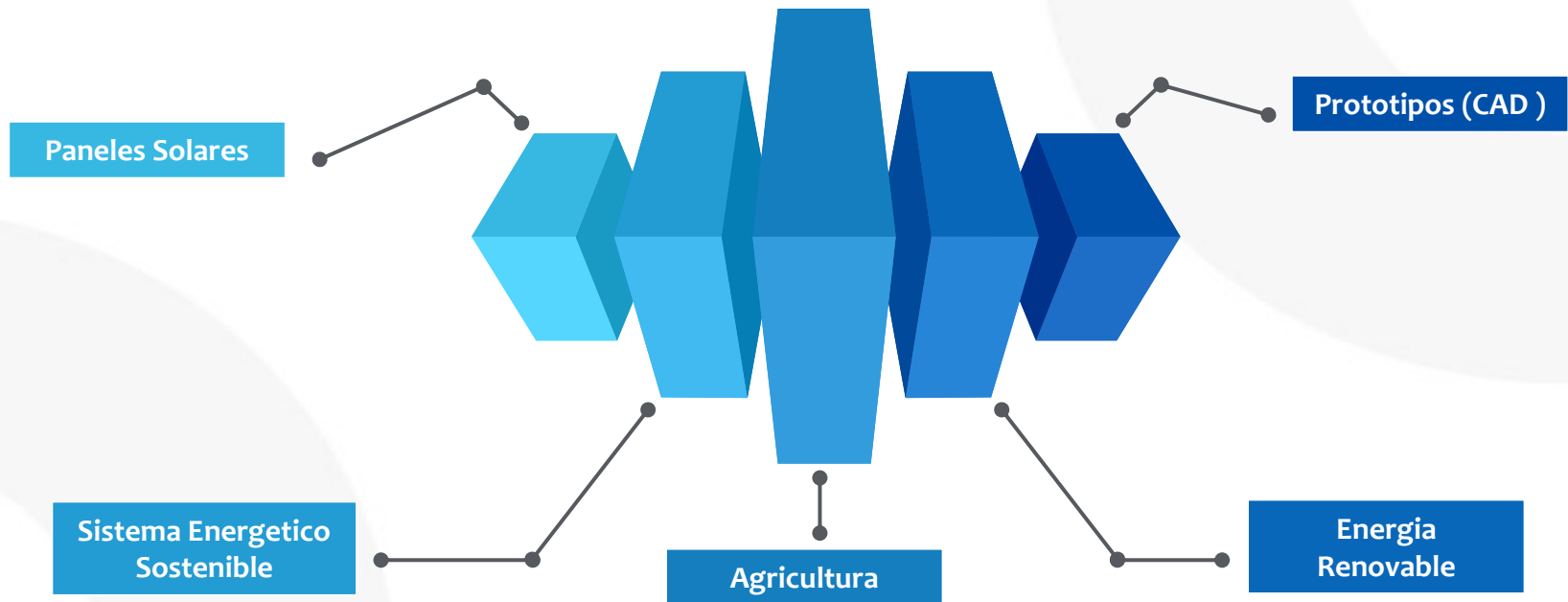
- 1 Diseño y prototipo de un segmento de un seguidor solar.
- 2 Desarrollo y calculo de un sistema de seguimiento solar de fácil construcción y mantenimiento.
- 3 Diseño enfocado a la coexistencia para el terreno Agrícola.



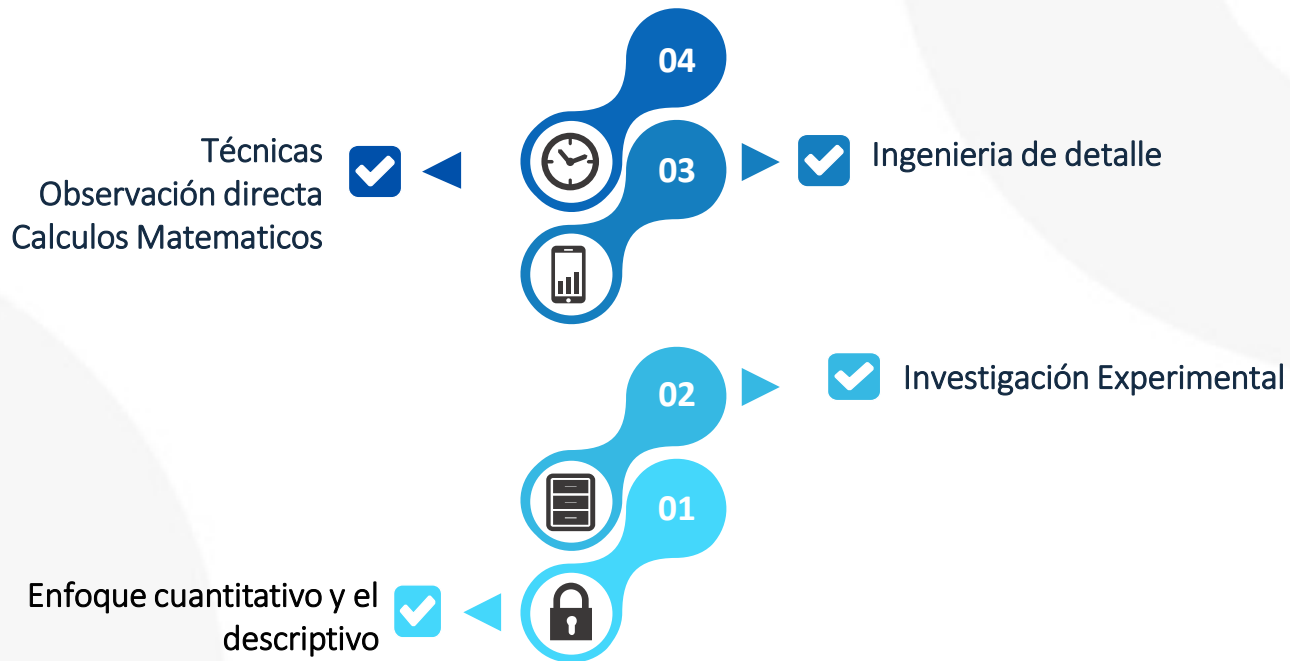
Se limita a la implementación en un entorno simulado y corta duración de pruebas por el corto tiempo disponible.

No se conto con equipos de alta precisión por el alto costo que estos demandan.

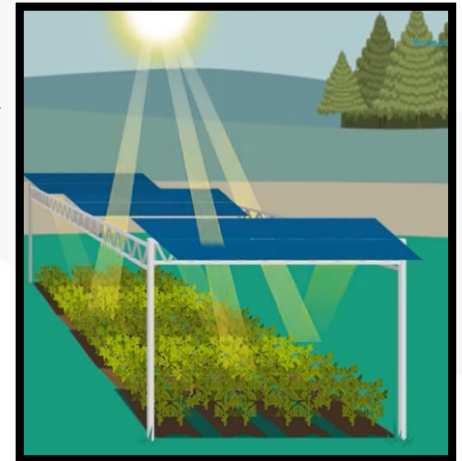
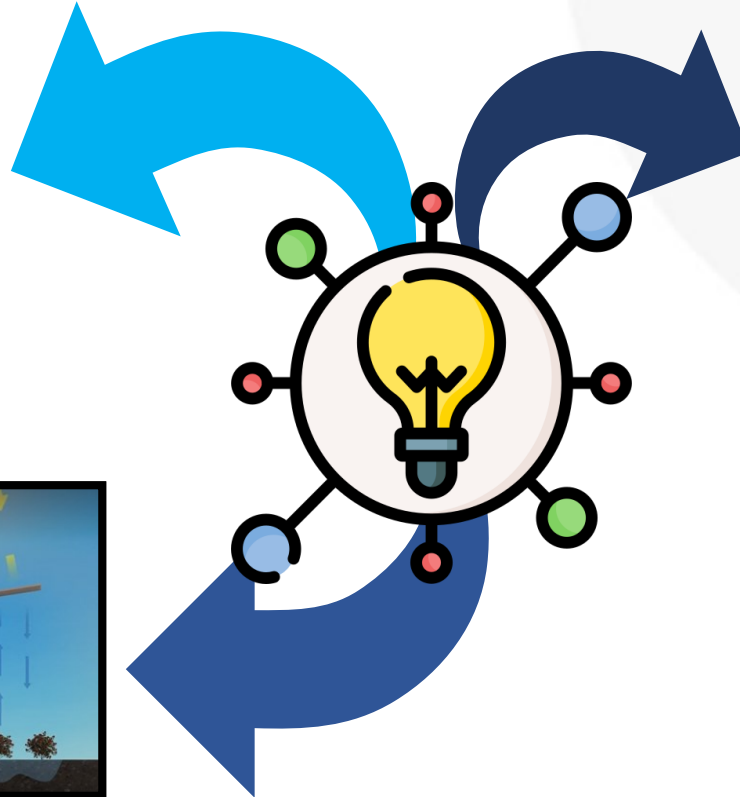
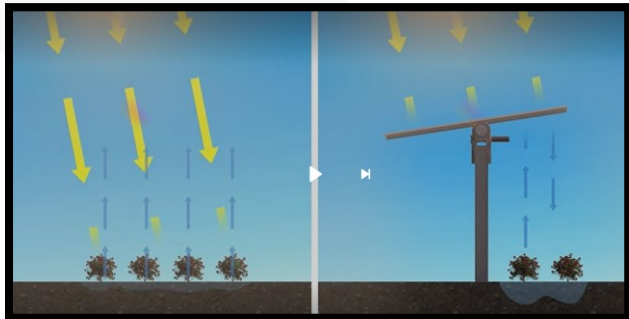
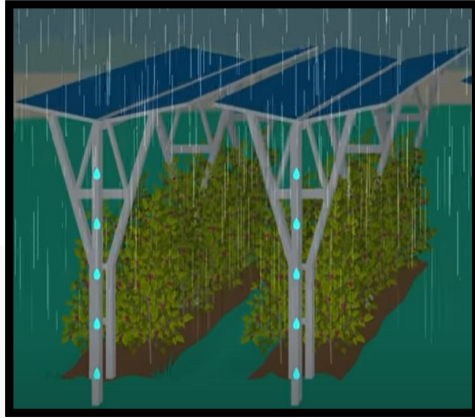
ESTADO DEL ARTE



METODOLOGÍA



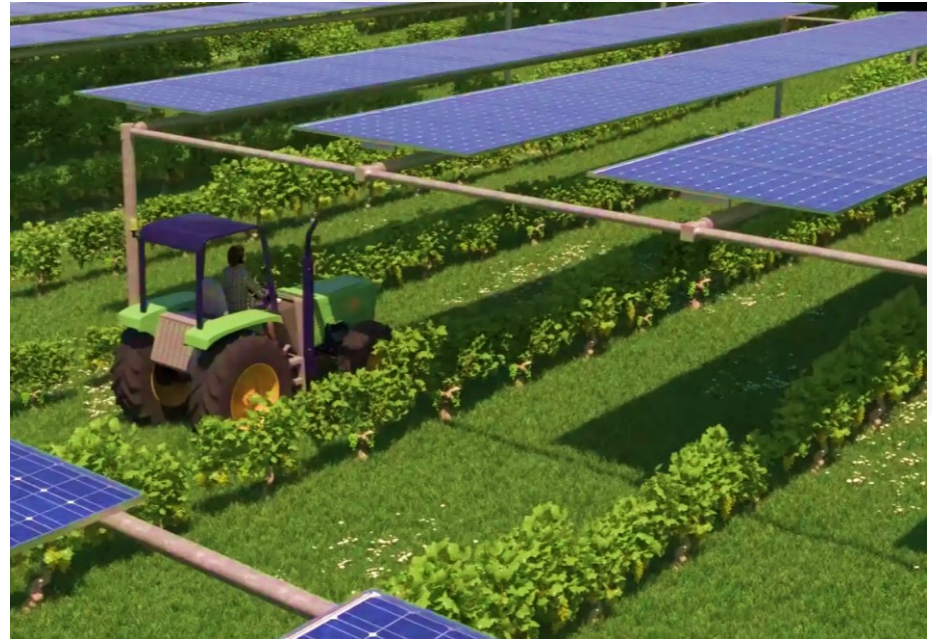
APORTES DE LA INVESTIGACIÓN AL ENTORNO



CONCLUSIONES

En resumen, el proyecto de diseño del seguidor solar automatizado ofrece resultados significativos en dos áreas clave: generación de energía y agricultura.

La implementación exitosa ha demostrado un aumento en la eficiencia energética al captar más energía solar, lo que reduce los costos operativos y la huella de carbono. Además, la integración de esta tecnología en la agricultura ha mejorado la gestión de la exposición solar de los cultivos, beneficiando su crecimiento y rendimiento.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] «LA REPUBLICA,» 28 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/economia/del-34-del-area-potencial-para-cultivar-en-colombia-se-aprovecha-cerca-del-13-5-3391297>. [Último acceso: 28 06 2023].
- [2] D. A. N. D. Estadística, «Departamento Administrativo Nacional De Estadística,» Gobierno Nacional De Colombia, [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>. [Último acceso: 26 Julio 2023].
- [3] Eco Green Energy, «Qué factores afectan la eficiencia del sistema fotovoltaico solar,» 14 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.eco-greenenergy.com/es/que-factores-afectan-la-eficiencia-del-sistema-fotovoltaico-solar/#:~:text=Los%20paneles%20solares%20producen%20menos,energ%C3%ADa%20de%20un%20sistema%20solar..> [Último acceso: 15 Junio 2023].
- [4] R. Parra, «DISEÑO DE SISTEMA AGROFOTOVOLTAICO PARA MITIGAR LAS AFECTACIONES A LA RECARGA DE UN ACUIFERO POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TRADICIONALES EN LA DORADA, CALDAS,» MAGDALENA , 2022.
- [5] I. U. D. B. IUB, «Institución Universitaria De Barranquilla IUB,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.unibarranquilla.edu.co/ingenieria-mecatronica>. [Último acceso: 14 Junio 2023].
- [6] G. Arcencibia-Carballo, «La importancia del uso de paneles solares en la generación,» Revista electrónica, vol. 17, nº 9, pp. 1-4, 2016.

Emerson Andreis Rojas Feris
erojas@unibarranquilla.edu.co

MUCHAS GRACIAS