



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora (*Rubus glaucus*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) para la generación de energía eléctrica.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Mendoza Alejo, Belia Emperatriz (ORCID: 0000-0003-2724-0517)

Ñahui Machuca, Paul Edison (ORCID: 0000-0003-0882-1607)

ASESOR:

Mg. Honores Balcazar, Cesar Francisco (ORCID: 0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por ser ente principal de fe y vida para cada uno de nuestros pasos dados en la vida diaria, esperanza, seguridad y amor al prójimo. A la vez inspirarnos y darnos fuerza para continuar en este proceso de lograr uno de nuestros anhelos deseados.

A nuestras familias, por su trabajo, amor y apoyo en todos estos años, gracias a ustedes hemos cumplido nuestros objetivos.

Agradezco a cada uno de nuestros padres los cuales amamos con todo nuestro corazón, por darnos su amor y apoyo incondicional también a nuestros docentes y amigos por motivarnos a seguir adelante a través de su apoyo brindado.

LOS AUTORES

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirnos, acompañarnos en los momentos más difíciles y habernos guiado en nuestras vidas para tomar las mejores decisiones las cuales nos están permitiendo concluir satisfactoriamente esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros familiares y amigos, porque fueron nuestro punto de partida para tomar decisiones de lo aprendido en los pasos que hemos dado en el transcurso de esta vida.

A nuestros docentes por brindarnos los conocimientos necesarios para culminar nuestros estudios universitarios, le damos gracias por su colaboración, paciencia, que nos brindó en un aula durante nuestra vida escolar y universitaria para nuestra formación.

LOS AUTORES

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **PAUL EDISON ÑAHUI MACHUCA**, identificada con DNI N° 70899135, a efecto de cumplir con la disposiciones actuales apreciadas en la norma de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo (UCV) sede Lima, facultad de Ingeniera, Escuela Académica de Ingeniera Ambiental.

Así mismo, declaro también bajo compromiso que respete los derechos de autor en mi tesis titulada “**Utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora (*Rubus glaucus*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) para la generación de energía eléctrica**”

De tal forma asumo la responsabilidad correspondiente ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 4 de diciembre de 2019



.....
PAUL EDISON ÑAHUI MACHUCA

DNI N° 70899135


DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **BELIA EMPERATRIZ MENDOZA ALEJO**, identificada con DNI N° 75341308, a efecto de cumplir con la disposiciones actuales apreciadas en la norma de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo (UCV) sede Lima, facultad de Ingeniería, Escuela Académica de Ingeniera Ambiental.

Así mismo, declaro también bajo compromiso que respete los derechos de autor en mi tesis titulada “Utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora (*Rubus glaucus*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) para la generación de energía eléctrica”

De tal forma asumo la responsabilidad correspondiente ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo

Lima, 4 de diciembre de 2019



.....
BELIA EMPERATRIZ MENDOZA ALEJO

DNI N° 75341308

ÍNDICE

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria De Autenticidad	vi
Índice	viii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Gráficos	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. Introducción	1
II. Método	18
2.1. Tipo Y Diseño De Investigación	18
2.2. Operacionalización	18
2.3. Población, Muestra Y Muestreo	18
2.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez Y Confiabilidad	19
2.5. Procedimiento	21
2.6. Método De Análisis De Datos	30
2.7. Aspectos Éticos	42
III. Resultados	43
IV. Discusión	59
V. Conclusiones	61
VI. Recomendaciones	62
Referencias	63
Anexos	71
Anexo 1: Cuadro De Operacionalización	71
Anexo 2: Matriz De Consistencia	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: Cantidad de la muestra	19
TABLA 2: Técnicas e instrumentos.....	19
TABLA 3: Equipos, Materiales e Insumos	20
TABLA 4: Dióxido de TiO ₂	24
TABLA 5: Foelectrodo	25
TABLA 6: Contraelectrodo	26
TABLA 7: Relación de EtOH Y HCL	28
TABLA 8: Muestras.....	44
TABLA 9: Colorante	44
TABLA 10: Ph de la Mora.....	44
TABLA 11: Especificaciones técnicas del multímetro TRUPER MUT 105.....	45
TABLA 12: Voltímetro.....	45
TABLA 13: Muestra los resultados de las celdas de la mora que se obtuvo al registrar los datos de voltaje de circuito abierto, en función del día	47
TABLA 14: Se muestra los resultados de las celdas del zapallo que se obtuvo al registrar los datos de voltaje del circuito abierto, en función del día	52
TABLA 15: En función del día, se mide la temperatura.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: Partes de la celda de Gratzel.....	7
FIGURA 2: Esquema de funcionamiento de la celda solar sensibilizada con colorante.....	8
FIGURA 3: Circuito equivalente de una DSSC.....	16
FIGURA 4: Flujograma del proceso de fabricación de las celdas	21
FIGURA 5: Placa de Vidrio con Oxido de Titanio dopado con Flúor	22
FIGURA 6: Flujograma del proceso de la extracción del zapallo.....	22
FIGURA 7: Pesado del zapallo	23
FIGURA 8: Polvo del zapallo en hexano	23
FIGURA 9: Matraz con el solvente del colorante de zapallo para la agitación	23
FIGURA 10: Filtración del solvente con el zapallo en hexano.....	24
FIGURA 11: Pasta de TiO ₂ sobre los sustratos y las celdas	25
FIGURA 12: Lavado de las placas de vidrio con la solución	25
FIGURA 13: Las placas de vidrio con la pasta de TiO ₂	26
FIGURA 14: Medida de la observancia de los colorantes	26
FIGURA 15: Flujograma del proceso de la extracción de la mora	27
FIGURA 16: Medida de la observancia de los colorantes	27
FIGURA 17: Mora triturada para la extracción del colorante.....	28
FIGURA 18: Mora triturada con el disolvente.....	28
FIGURA 19: Colorante de la Mora listo para el proceso de agitación.....	29
FIGURA 20: Proceso de la Filtración del colorante	29
FIGURA 21: Impregnación del colorante natural Mora y Zapallo	29
FIGURA 22: Medición del pH de la Mora de 57.5 g.....	46
FIGURA 23: Modulo de las DSSC	46

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
GRÁFICO 1: Absorbancia del zapallo.....	43
GRÁFICO 2: 8 am de la Mora.....	48
GRÁFICO 3: 9 am de la Mora.....	49
GRÁFICO 4: 10 am de la Mora.....	49
GRÁFICO 5: 11 am de la Mora.....	49
GRÁFICO 6: 12 m de la Mora.....	50
GRÁFICO 7: 13 pm de la Mora.....	50
GRÁFICO 8: 14 pm de la Mora.....	50
GRÁFICO 9: 15 pm de la Mora.....	51
GRÁFICO 10: 16 pm de la Mora.....	51
GRÁFICO 11: 17 pm de la Mora.....	51
GRÁFICO 12: 8 am de la Zapallo	53
GRÁFICO 13: 9 am del Zapallo	54
GRÁFICO 14: 10 am de la Zapallo	54
GRÁFICO 15: 11 am de la Zapallo	54
GRÁFICO 16: 12 pm de la Zapallo	55
GRÁFICO 17: 13 pm de la Zapallo	55
GRÁFICO 18: 14 pm de la Zapallo	55
GRÁFICO 19: 15 pm de la Zapallo	56
GRÁFICO 20: 16 pm de la Zapallo	56
GRÁFICO 21: 17 pm de la Zapallo	56
GRÁFICO 22: La Temperatura en función del día.....	57

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es evaluar la utilización de los colorantes naturales: de Mora (*Rubus glaucas*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) obtenidos de manera natural, para su posterior aplicación en celdas solares en laboratorio para colocarlas en módulo de celdas solares sensibilizadas (DSSC) para la generación de energía eléctrica. Los colorantes naturales usados se obtuvieron liofilizando la mora y el zapallo, pasando luego a una etapa de maceración por un día en condiciones de oscuridad y a temperatura ambiente para una mejor captación del colorante. Una DSSC tipo Gratzel está compuesta por dos electrodos, el Foto electrodo y el Contra electrodo y un electrolito en medio. El Foto electrodo está formado de un vidrio con oxido de estaño dopado con flúor (FTO), en la cual se le añade una película de dióxido de titanio mediante la técnica de doctor Blade. Y sobre esta, se deposita por inmersión el colorante natural. El Contra electrodo está formado también por un vidrio FTO al que se le deposita una película de platino. Midiendo la absorbancia de los Foto electrodo y de los colorantes naturales utilizando un espectrofotómetro en el rango ultravioleta-visible con un simulador solar y un equipo tester de corriente-voltaje, demostrando a través del voltímetro las cantidades de energía que cada celda solar llegó a emitir en un tiempo de 8hrs a 18hrs del día, llegando a emitir en un rango de 4V a 6V y con una absorbancia requerida fue de 400-500 nm utilizando 12 celdas solares sensibilizadas con colorantes naturales (6 celdas de mora y 6 celdas de zapallo).

PALABRAS CLAVES: Celdas Solares Sensibilizadas (DSSC), Colorantes Naturales.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to evaluate the use of natural dyes: de Mora (*Rubus glaucus*) and zapallo (*Cucurbita maxima*) obtained naturally, for subsequent application in laboratory solar cells to be placed in sensitized solar cell module (DSSC) for electric power generation. The natural dyes used were obtained by lyophilizing the blackberry and the pumpkin, then going to a stage of maceration for a day in dark conditions and at room temperature for a better capture of the dye. A Gratzel type DSSC is composed of two electrodes, the Photoelectrode and the Counterelectrode and an electrolyte in the middle. The photoelectrode consists of a glass with fluoride-doped tin oxide (FTO), in which a titanium dioxide film is added using the Doctor Blade technique. And on it, the natural dye is deposited by immersion. The counter-electrode is also formed by an FTO glass to which a platinum film is deposited. Measuring the absorbance of photoelectrodes and natural dyes using a spectrophotometer in the ultraviolet-visible range with a solar simulator and a voltage-current tester, demonstrating through the voltmeter the amounts of energy that each solar cell came to emit in a time of 8hrs to 18hrs of the day, reaching to emit in a range of 4V to 6V and with a required absorbance was of 400-500 nm using 12 cells solar sensitized with natural dyes (6 blackberry cells and 6 squash cells).

KEYWORDS: Sensitized Solar Cells (DSSC), Natural Dyes.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente hay un alto incremento de la población y a la vez la tecnología con nuevos dispositivos que consumen energía, sin embargo, la mayor demanda de energía proviene de fuentes no renovables. Los cuales, muchas de ellas se están agotando, motivando a que los economistas y científicos busquen alternativas más baratas y ecológicas, comparable con los combustibles fósiles. (Climate Risk Management , 2014)

Durante los últimos años el desarrollo de la humanidad tanto científico como tecnológico se está enfrentando al gran consumo de energía y controlar los niveles de emisiones de CO₂ para reducir el efecto invernadero. Por lo que surge la necesidad de buscar alternativas tales como las energías renovables. (Investigación y ciencia, 2012)

Para disminuir la contaminación se firmaron varios acuerdos internacionales, para reducir la contaminación tales como el protocolo de Kioto 2002, donde dividen las fuentes de energía en: energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz y solar. (Investigación y ciencia, 2012).

La energía solar es una de las fuentes de energía más abundante, limpia y renovable, por lo que el uso de celdas solares se ha vuelto una alternativa. Muchas de ellas están elaboradas de silicio, sin embargo son altos los costos de fabricación. (Quim. Nova, 2014)

Sin embargo, la tecnología de las celdas solares ha ido avanzando cada vez más, probando 3 generaciones: Silicio (Primera Generación), Capas delgadas de semiconductor (Segunda Generación) y sensibilizadas por colorante DSSC (Dye-Sensitized Solar Cells) de Tercera Generación. Siendo de fácil fabricación y de bajo costo a diferencia de las celdas convencionales. (Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014).

En las frutas, flores podemos encontrar colorantes naturales que son fáciles de extraer por métodos muy simples. Además de ser bajo costo, libre de toxicidad y biodegradable; son una de las ventajas para la implementación de una DSSC. Hasta ahora se ha usado varios tipos de colorantes naturales como sensibilizadores en DSSC. (J. Photochem. Photobiol , 2011).

Según Cueva (2014) en “Eficiencia Energética de las películas de Dióxido De Zirconio con Dióxido de Titanio para la elaboración de Celdas Solares”, donde se han modificado tres celdas: de 2, 4 y 6 películas de ZrO_2 , y una celda de TiO_2 sin ninguna solución de ZrO_2 , la conclusión a la que se llegó es que a partir de 6 películas de TiO_2 con ZrO_2 , presentan eficiencia de 1.8% más que las demás celdas solares en prueba.

En cuanto a Nazario (2014) en “Evaluación de capas de bloqueo en celdas Grätzel de TiO_2 sensibilizadas con el colorante D7”, teniendo como objetivo principal de su investigación de desarrollar a nivel laboratorio, elaborar celdas solares de materiales nano estructurados sensibilizadas con colorante DSC o celdas Grätzel, transformando la energía del sol en energía eléctrica, usando una energía renovable sin contaminación a menor costo, a la conclusión que, no se han necesitado equipos sofisticados para su elaboración. Obteniéndose a temperaturas bajas el TiO_2 ha comparado de otros métodos.

Según Mamani (2014) en su trabajo de Investigación “Generación de energía eléctrica mediante celdas foto electroquímicas sensibilizadas con plateado electrolítico a nivel laboratorio”, cuyo objetivo fue “La generación de energía eléctrica usando celdas foto electroquímicas sensibilizadas para plateado electrolítico, a nivel del laboratorio”, la conclusión a la que se llegó la investigación fue que, “la energía eléctrica se generó usando un panel fotovoltaico constituido por celdas foto electroquímicas, la eficiencia encontrada fue de 0.26% en la cual es apta para el uso en procesos de plateado electrolítico, a nivel de laboratorio. El colorante que obtuvo una mejor adsorción fue el maíz morado, su voltaje fue alto con un 0.785 V, su concentración de antocianinas es de 9.88 mg/g.

En cuanto a Lopez (2014) en la “Caracterización de celdas solares económicas basados en nano partículas sensibilizadas de TiO_2 ” cuyo objetivo de esta investigación fue “Celdas solares depositadas sobre sustratos conductores ($SnO_2:F$) y el electrodo de Dióxido de titanio (TiO_2) y pasta comercial”, y la conclusión a la que se llegó fue, “Las celdas solares en que se depositaron sustratos conductores de $SnO_2:F$ y electrodo de trabajo de TiO_2 nano estructurado P25 y pasta comercial Dyesol se sensibilizaron, el contra electrodo que se usó fue de $SnO_2:F$ ”

Cerda (2015) en su “Modelo de celdas sensibilizadas por colorante”, cuyo objetivo de la investigación fue “Desarrollar módulos de celdas solares de silicio y sensibilizadas por colorante”, la conclusión de esta investigación fue de obtener los colorantes naturales extraídos de las distintas fuentes naturales y realizar los distintos sustratos FTO ,se realizó un módulo de silicio con una eficiencia de 3.78 % y un módulo de celda solar sensibilizada, aumentó la absorbancia de los sustratos FTO en comparación con realizar un sustrato FTO solo con dióxido de titanio. La celda solar con la que obtuvimos la mejor eficiencia ha sido con la de zanahoria”.

Según Martínez (2016) en “Celdas solares sensibilizadas por colorantes basadas en dióxido de titanio modificado con oxido de cobre”, cuyo objetivo de su investigación fue “La fabricación de celdas solares sensibilizadas usando el electrodo de películas gruesas de TiO₂, modificando con el CuO para así determinar la cantidad optima de modificación” a la conclusión a la que se llegó fue de lograr obtener las celdas solares de óxido de titanio empleado 2 tipos de pastas, una a base del polvo P25 con una eficiencia de 4,7; y otra pasta comercial de 7,4.

Por otro lado Galicia (2016) realizo la fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas de nano partículas de TiO₂ modificadas con NiO”, cuyo objetivo de su investigación fue contribuir en el desarrollo de nuevas energías para en un futuro abastecer las necesidades de la población”, y la conclusión de esta investigación fue que se empleó el método del Dr. Blading para depositar las películas, sobre el sustrato de vidrio cubiertos con un conductor transparente de SnO₂: F”

Según Cabrera (2016) en Celdas solares sensibilizadas con colorantes fotosensibles obtenidos de plantas de la región de Ecuador, cuyo objetivo de esta investigación fue la Optimización del proceso de extracción del colorante para cada tipo de especie del estudio”, y la conclusión a la que se llegó fue que “Las antocianinas como el *R. glaucus*, *S. americanum* e *I. herbsti*, son totalmente confiable con las nanos partículas del Dióxido de Titanio en pequeñas celdas. Las celdas solares sensibilizadas con el de *R. Glaucus* obteniendo una alta potencia que las demás, 8.33 mW en una tensión de circuito abierto de 0.65 V, obteniendo como resultado el espectro de absorción y datos máximos de longitud de onda en cada muestra.”

Según Cahuana (2017) en “Incorporación de nano partículas de SnO₂ en celdas solares sensibilizadas a base de TiO₂”, fue elaborar celdas solares sensibilizadas con colorante utilizando como electrodo de recubrimiento con nano partículas de TiO₂ modificadas con nano partículas de SnO₂ (SnO₂/TiO₂) en cantidades pequeñas” utilizando el método de la investigación cuantitativa, la conclusión de esta investigación fue que de fácil accesibilidad y económica de sintetizar nano partículas de SnO₂ con el método sol-gel, caracterizándolo por métodos conocidos como es DRX, FT-IR, Dispersión de la luz.

Valles (2017) en “Optimización del tiempo de adsorción de pigmentos naturales fotosensibles sobre Dióxido De Titanio (tio₂) para incrementar la eficiencia de Celdas Solares Orgánicas”, cuyo objetivo principal fue obtener el tiempo óptimo de adsorción del colorante sobre el semiconductor TiO₂ para mayor eficiencia de la celda (DSSC)”, la metodología que uso es en laboratorio donde se prepararon 36 celdas solares, 4 para cada tiempo de adsorción implementados en la investigación. Se caracterizó la eficiencia de las celdas solares DSSCs, con un equipo que simulaba la irradiación solar de 1000 watt/m². De acuerdo con la eficiencia en voltios, se obtuvieron como resultado, dos tintes eficientes para las celdas solares, de las plantas como: Baccharis latifolia “Chilca”, Gladiolushortulanus “Palma”; presentando 0,43 V y 0,50 V respectivamente.

La preocupación por el medio ambiente ha ido en aumento en estos últimos años, es por eso que da origen en la búsqueda de fuentes de energías renovables implementando así nuevas tecnologías limpias, una de ellas es la celda solar sensibilizadas por colorantes o también llamadas DSSC, a diferencia de lo común, constituida por un electrodo mesoporoso, de bajo costo, más accesible y de fácil fabricación. (Martinez, 2016)

Fue inventada en Suiza en el año 1991, las celdas solares sensibilizadas con colorantes son económicas y técnicamente una alternativa barato con respecto a los sistemas fotovoltaicos convencionales ya que su elaboración como el vidrio, nano cristales semiconductores, colorantes y electrolitos son de precio estándar, pero con el pasar del tiempo esto disminuirá más debido a su producción mayor, sus niveles de eficiencia bordean en un 10% mientras aun continua en investigación. (Naupa, y otros, 2016)

Cuando un material es expuesto a la luz y es capaz de transformar la energía de los fotones en energía eléctrica es porque tiene características fotovoltaicas, obteniendo así un voltaje y corriente. Se le considera al sol como un emisor perfecto de radiación o cuerpo negro que se encuentra aproximadamente a 5800 °K, la constante solar medida fuera de la atmósfera terrestre localizado en un plano perpendicular a los rayos en una distancia de 1 UA del sol está en promedio de 1366.1 W/M², también conocido como espectro Air Mass 0 (AM0). Cuando la radiación pasa a través de la atmósfera esta realiza procesos de dispersión de Rayleigh y dispersión de Mie, junto con una absorción debido a los gases y el vapor de agua provocando la descomposición de la luz. (Eduardo Huerta Mascotte, 2016)

El proceso de la conversión de la luz solar en la electricidad se le llama efecto fotovoltaico, es por eso que este efecto fotovoltaico es el mecanismo de funcionamiento de las celdas solares. Se basan en la separación de cargas en la interfaz de dos materiales de diferentes mecanismos de conducción, hoy en día es dominado por la unión de estados sólidos, generalmente de silicio. (Estudio de tintes nativos en aplicaciones de células solares, 2017)

Estas celdas solares usan moléculas absorbidos sobre óxidos semiconductores (TiO₂) para captar la luz, la absorción (por parte de los colorantes) y la obtención de la carga (por el semiconductor que actúa como electrodo) son separadas, este proceso es similar a la fotosíntesis. (Naupa, 2011)

Para entenderlo más fácil, cuando los fotones incidentes golpean los electrodos, estos se desprenden del marco de metal deslocalizado, dejando así un agujero detrás, debido a eso los electrones y los agujeros se mueven opuestamente entre sí, de esa forma se genera una corriente que genera carga. En 1954 Bell Labs produjo una celda de silicio eficiente, donde se llegó a conocer que lo más importante para un absorbedor fotovoltaico es su banda prohibida, para realizar la foto voltaje primero la brecha de banda debe limitar la fotocorriente máxima (Estudio de tintes nativos en aplicaciones de células solares, 2017).

La fotovoltaica de primera generación utiliza materiales de alta pureza eso indica menos defectos, sin embargo, las celdas solares de primera generación se basan solo en tecnología de silicio. Claramente esta tecnología es la más completa, su eficiencia es de 33% su mayor problema es el costo de los materiales. Se estima que el 70% del costo total de la fotovoltaica de primera generación. (Estudio de tintes nativos en aplicaciones de células solares, 2017)

Los dispositivos de segunda generación de celdas solares se basan en una preparación técnica intensiva, pero de baja energía, claramente la reducción del costo es aceptable ya que la película delgada es de bajo costo, pero su potencia máxima es menor. (Estudio de tintes naturales en aplicaciones de células solares, 2017)

La fotovoltaica de tercera generación trata de eludir el límite de 31% de eficiencia a las anteriores generaciones, esto se consigue a través de la concentración de la luz, el uso de celdas con múltiples band gap, o la conversión de fotones, en donde un par más de electrón hueco se genera por cada fotón. En esta generación se puede dividir en dos categorías, Heterouniones orgánicas (los pares electrón hueco foto generados están fuertemente unidos formando excitaciones), y celdas solares sensibilizadas por colorante (Estudio de tintes naturales en aplicaciones de células solares, 2017)

La celda solar orgánica con colorante se utiliza con vegetales o frutas como fuente de sensibilizador (se basa en el mismo principio de la fotosíntesis), la conversión de fotones a energía solar se basa en la sensibilización de los semiconductores de bandas anchas, colorantes y electrolitos. Las celdas solares se basan en un electrodo de vidrio conductor transparente que está recubierto con un semiconductor nano cristalino TiO_2 , las moléculas del colorante se unen con la superficie del semiconductor y se inyecta el electrolito (par redox). La celda produce voltaje y corriente mediante una carga externa conectada a los electrodos. (Estudio de tintes naturales en aplicaciones de células solares, 2017)

Las celdas solares fotovoltaicas están formadas por metales sensibles a la luz, estos desprenden electrones cuando interactúan con los rayos solares para así generar energía. Estas celdas están hechas de silicio y son capaces de generar de 2A y 4A a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios. Las celdas se colocan en serie para conseguir un voltaje adecuado, estos capturan energía solar transformándola en electricidad en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que así pueda ser utilizada cuando no sea un horario de luz. (ESTRATEGIAS DE CONTROL MPPT APLICADAS EN UN CONVERTIDOR DC/DC TIPO BOOST PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS , 2017)

Este dispositivo tiene algo similar al proceso de la fotosíntesis, ya que en ambos procesos se realiza con colorantes orgánicos, el proceso de la absorción de los fotones y el transporte eléctrico ocurre por separado es decir en cada uno de los materiales. Estas celdas solares se construyen con la colocación entre un semiconductor (ánodo foto sensibilizado y un electrolito) esto producirá la transformación de cargas en la absorción de la energía solar. Los electrones excitados se introducen dentro de la capa de óxido, esto producirá la separación, lo que resulta son electrones libres en la banda de conducción y estados vacíos en la molécula del colorante. (PARK K., 2018)

La arquitectura típica de una DSSC consiste en un arreglo tipo “sándwich” que se compone principalmente por cuatro partes: a) Foto ánodo (óxido semiconductor depositado sobre un sustrato transparente), b) Colorante sensibilizador de luz, c) Electrolito (para redox), d) Contraelectrodo (generalmente una película delgada de Pt o carbono grafito). (Quintana, 2015)

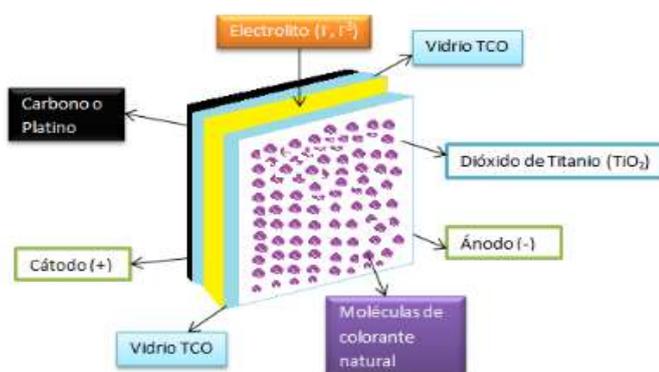


FIGURA 1: Partes de la celda de Grätzel

Fuente: (Quintana, 2015)

En la capa superior de los electrodos semiconductores porosos se da la absorción con las moléculas que absorben la luz. La absorción de un fotón ocurre por la molécula de colorante mediante la excitación de la molécula donde el electrón va desde el nivel HOMO a el nivel LUMO (Quintana, 2015).

Para una mejora de eficiencia de los colorantes naturales depende del rendimiento fotovoltaico de las celdas solares sensibilizadas ya que estas dependen de la adsorción de la luz visible del colorante que se usa como sensibilizador. Sin embargo, a un son limitados los estudios de las influencias del colorante con las películas de semiconductores para la eficiencia de las celdas solares sensibilizadas por colorante. (PARK K., 2018).

La absorción de luz por el colorante es el proceso clave del funcionamiento de las celdas solares sensibilizadas, cuando el colorante absorbe la luz del sol un electrón es excitado desde el HOMO (highest occupied molecular orbital) es decir desde el nivel del orbital molecular ocupado de mayor energía, al LUMO (lowest unoccupied molecular orbital) nivel del orbital molecular desocupado de menor energía. Para asegurar la transferencia electrónica es importante considerar la posición relativa entre los orbitales del colorante y las bandas de energía del semiconductor. (Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016)

Esquema de funcionamiento de la celda solar sensibilizada con colorante, los procesos que se dan son: excitación (1), inyección (2), reducción del electrolito (3), regeneración del colorante (4), durante el proceso se producen pérdidas debido a la transferencia de electrones (5 y 6) (Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016)

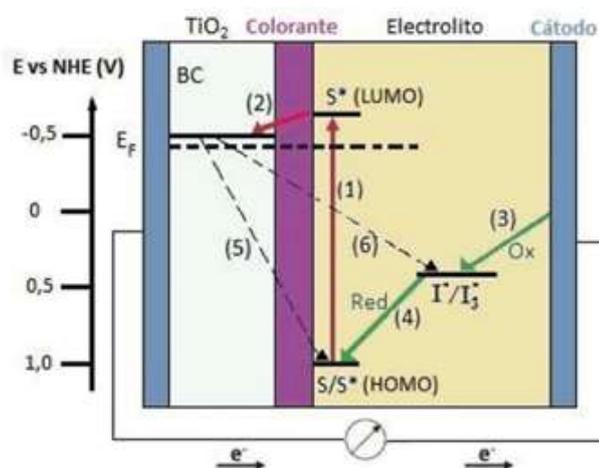


FIGURA 2: Esquema de funcionamiento de la celda solar sensibilizada con colorante
Fuente: (Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016)

La operación de la celda consiste en la captura de fotones de la radiación solar por parte del colorante, la absorción por parte de la molécula sensibilizadora debe ser intensa en la región visible del espectro electromagnética ya que la intensidad radiactiva del sol es mayor y eso es lo que se requiere. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

El colorante que está absorbido en el fotoelectrodo (TiO_2 nanoestructurado), es excitado promoviendo un electrón del HOMO (nivel lleno de electrones) a su primer nivel vacío LUMO. El electrón es transferido a la banda de conducción del TiO_2 mesoporoso cuya área superficial es de gran tamaño lo que facilita la inyección de grandes cantidades de acarreadores de carga. Aquel electrón es transferido al óxido conductor transparente y transportado a un circuito externo hasta llegar al contraelectrodo, en el cual transfiere el electrón al electrolito para que este último le regrese el electrón al colorante, en otras palabras, lo regenere para que el colorante pueda absorber otro fotón y así vuelva a comenzar el ciclo de nuevo. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

El objetivo del dispositivo fotovoltaico o celda solar es convertir la energía solar en eléctrica, esta celda usa semiconductores como el TiO_2 , pero como solo absorbe la radiación solar en el rango ultravioleta se coloca un colorante sensibilizador eso ayuda a ampliar su respuesta espectral, haciendo que sus moléculas absorban fotones en la región del espectro visible. Su funcionamiento se divide en varias etapas:

De manera inicial es la absorción de la luz por parte del colorante S que conduce a la formación del estado electrónicamente excitado del colorante:



Cuando el colorante se encuentra excitado, este produce excitones (par electrón libre-hueco) solo los electrones se inyectan en la banda de conducción del semiconductor de TiO_2 y los huecos al electrolito.



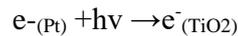
Estos huecos son dirigidos por el electrolito por redox (yoduro/triyoduro) hacia el contraelectrodo (cátodo), en este caso el Pt, donde el electrolito dona un electrón al colorante S para que este se re



Cuando se une la celda al circuito exterior los electrones llegan al contraelectrodo, originando un proceso cíclico en la celda, cátodo:



Si solo tomaran lugar las reacciones citadas, el efecto global de la radiación solar de la celda:



DÓNDE:

$H\nu$  Fotón incidente en la celda solar

$e^{-}(\text{TiO}_2)$  Electrón que se desplaza por el TiO₂

$e^{-}(\text{Pt})$  Electrón que se desplaza por el platino

Fuente: (Revista de la Sociedad Química del Perú, 2015)

En un artículo de revista (¿Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas?, 2016) Expusieron que existen varios factores que afectan la eficiencia de una celda y uno de ellos es el material semiconductor con el que viene fabricado. Además, de tener una gran importancia la captación de la luz del sol que es reflejada y es desaprovechada. Esto depende mucho de la latitud en el que es instalado; para poder aprovecharse más el potencial de los rayos solares. Solo influenciará la orientación e inclinación de la celda hacia los rayos solares.

El punto de máxima potencia es un componente importante para los sistemas fotovoltaicos es por eso que se desarrollan métodos o algoritmos para conocer y extraer la máxima energía entregada a partir de controles indirectos y directos, dentro de estos métodos tenemos las de Perturbar y Observar, Conductancia Incremental y Lógica Difusa. El posicionamiento de las celdas tiene mucho que ver para la eficiencia es por eso que se requiere tener un ángulo de incidencia solar de 90° para mejorar el rendimiento. Los métodos más usados y más eficientes son de Perturbar y Observar, y el de Conductancia Incremental, por ser métodos MPPT directos, se utiliza estos para llevar a cabo la corrección del comportamiento no lineal del módulo fotovoltaico ante los factores de radiación y temperatura variantes. (ESTRATEGIAS DE CONTROL MPPT APLICADAS EN UN CONVERTIDOR DC/DC TIPO BOOST PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS , 2017)

La insolación es la energía radiante que incide en un área, su medida es Wh/m², la luz del sol también se expresa en términos pico horas solares, entonces una hora solar o pico de energía es equivalente a la energía recibido en el transcurso de una hora a una irradiancia promedio de 1000 w/m², su medida es en KWh/m², lo que no significa que 1HSP sea una hora normal y para aclarar estas condiciones de irradiancia son hipotéticas. Según la NASA, se entiende la insolación como la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega en un día a la tierra (insolación diurna) o un año (insolación anual) debido a eso la insolación es semejante a la radiación. (Pérez Martínez, y otros, 2017)

La celda solar sensibilizador también como conocido como celda de tipo Gratzel, utiliza un tinte sensibilizador (colorante) en el cual captura la luz incidente. El colorante está químicamente conectado a una capa porosa de un semiconductor de banda ancha, la separación de la absorción de la luz y la separación de carga es diferente de las celdas solares convencionales de Silicio, por ende, los materiales no se requieren de alta pureza, por eso la fabricación es más fácil y su producción es de mayor escala. Desde 1991 el interés por esta metodología ha crecido rápidamente, las grandes compañías y nuevas compañías han comenzado con su enfoque de las DSSC, ya que han alcanzado un 12% de eficiencia de conversión de energía solar a electricidad. (Karlsson Karl, 2015).

En cambio, los colorantes orgánicos alcanzan 9.8% de eficiencia y resultan ser más económicos, su desventaja son los problemas asociados a la complejidad de las rutas sintéticas, los colorantes más simples en su extracción son en flores, frutas, hojas o raíces de plantas, el bajo costo, no toxicidad y biodegradación también son unas de sus ventajas. (Quimica Nova, 2016).

Existen 3 tipos de materiales; conductores (los electrones se mueven dentro de una red cristalina con un pequeño agente externo), semiconductores (los electrones están más ligados al núcleo y con una pequeña cantidad de energía estos pueden ser conductores), aislantes (es mucho más estable, sus electrones están ligados al núcleo y se necesita de una energía muy grande para separarlos). Los materiales que se utilizan para la fabricación de las celdas solares fotovoltaicas son semiconductores ya que la energía que une a los electrones de valencia con el núcleo son similares a la energía de los fotones de los rayos del sol, cuando los fotones solares inciden sobre el material semiconductor, los electrones y su núcleo se rompen quedando libres para circular por el semiconductor. (Romero, 2015)

Existen parámetros de los módulos fotovoltaicos; Corriente de corto circuito (I_{sc}) la corriente máxima de una celda solar en el cual se produce cuando el voltaje es cero; voltaje de circuito (V_{oc}), es el voltaje máximo de una celda solar que ocurre cuando la corriente es cero, depende de la temperatura de la celda, cuando la temperatura aumenta este se vuelve pequeño; Potencia máxima (P_{max}) es la máxima potencia que la celda emite en ciertas condiciones de temperatura e iluminación. (GARCIA, 2019)

Energía de la biomasa. -La energía proviene de la fuente solar de forma fotosintética se aprovecha por las plantas, capturando el CO_2 del aire y transformando en sustancias orgánicas, la reacción que genera es: $CO_2 + H_2O \rightarrow (H-COH) + O_2$, esa conversión demuestra que la energía captada del sol es transformada en energía química acumulados en compuestos orgánicos como los polisacáridos y las grasas, incorporándose y transformándose por los animales, también interviene al ser humano ya que lo utiliza como fuente de consumo. (Energia, 2014)

Energía solar.- Aquella energía que no genera impactos negativos es decir no contamina, además es limpia y renovable, su obtención es a través de la captura de la luz solar que emite el sol. (Porto, 2008).

La radiación solar. - Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas, en el cual se originan a partir de las reacciones electromagnéticas de fusión del hidrogeno originado en el núcleo solar, produciendo diferentes frecuencias viajando por todo el espacio. Las ondas electromagnéticas viajan con una velocidad de 299.792 Km/s. La intensidad de la radiación en la superficie depende del ángulo de inclinación con el que se da la radiación, cuando es menor el ángulo menor es la radiación que llega a la superficie. La radiación solar se divide de distribuye en un espectro de amplitud, su amplitud no es uniforme y se parece a una campana, todo este conjunto se le denomina espectro electromagnético, su banda de radiación fotosintéticamente activa es la radiación visible y oscila entre los 380 y 780 nm (48% de la radiación solar), cuando la radiación entra a la atmosfera esta presenta cambios es por eso que el espectro solar es diferente en la superficie de la tierra. (Romero Crespo, 2019)

Irradiancia (G). - Es una medida de la radiación solar, cuando esta radiación llega a la atmosfera, llega aproximadamente con 1350 W/m² de potencia, pero al atravesar la atmosfera disminuye la potencia llegando a la superficie aproximadamente con 100 W/m². (INSS, 2015)

Óxido de zinc. -Semiconductor con mayor avance tecnológico ya que se puede utilizar en diferentes aplicaciones. Sus características llevan a ser usado en la optoelectrónica destacando un 3,35 eV de ancho como semiconductor, posee gap directo a temperatura de ambiente, su conductividad eléctrica es alta, su transmisión óptica en el visible también lo es junto a la reflectancia en el infrarrojo, otorgando una buena calidad química y térmica. (Vicente Manzano, 2009).

Electrodo. - También es llamado ánodo, el espesor de su capa de banda ancha es de micras de TiO₂, tiene función de semiconductor en el cual no es sensible a la luz, por eso que las partículas de óxido de titanio tienen que estar sensibilizadas con la capa de moléculas de colorante, ya que estas son capaces de absorber la luz en el espectro visible. El electrodo consiste en colocar una capa de nano partículas de TiO₂, para producir una película de TiO₂ sinterizándolo a 450 y 500 °C con un espesor de 10 μm, esta película de TiO₂ contiene normalmente partículas más grandes (250 – 300 nm), que dispersan los fotones incidentes para así mejorar la captura de la luz, la porosidad en la película es de mucha importancia ya que los iones redox del electrolito debe cumplir la función de ingresar en la película. (Bejarano, 2016)

El TiO₂ es un semiconductor de bajo costo, no tóxico, que se usa como pigmento blanco en pinturas, pastas de dientes y protectores solares, principalmente se encuentra en la fase anatasa, rutilo y brookita, siendo sus fases cristalinas más relevantes las de anatasa y rutilo. Para las aplicaciones en celdas solares sensibilizadas la fase anatasa es la más requerida ya que absorbe mejor el colorante, un ancho de 3.2 eV en donde corresponde a una absorción de la radiación en la región Ultravioleta del espectro electromagnético, por la mayor parte de energía que se acumula en esa región el transporte de electrones es eficiente y tiene una mayor estabilidad en el tiempo. (Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016).

El semiconductor TiO₂ es utilizado para fabricar electrodos es muy eficiente ya que sus propiedades físicas, químicas y ópticas son buenas, la estabilidad química es baja a la irradiación de la luz eso quiere decir que no presenta fotocorrosión y por último este semiconductor no es tóxico su precio es accesible de bajo costo. (Cabrera Bejarano, 2014).

Electrolito. - La mayor parte de electrolito se encuentra en forma líquida (contienen iones en solución), también se encuentra de forma sólida y fundido, estos electrolitos también se encuentran de mayor cantidad como ácidos, bases o sales en solución. El electrolito contiene aniones y cationes es por eso que conduce la corriente eléctrica. En la disolución de un polímero se puede obtener un electrolito, como biológico (ADN) o sintético, convirtiéndose así en un polielectrolito. (Gonzales, 2015).

El electrolito como pareja de óxido-reducción es uno de los componentes clave ya que tiene una gran eficiencia de conversión y estabilidad de las celdas solares, el potencial redox del electrolito define junto con la energía de la banda de conducción del foto ánodo el valor del voltaje de celda, es por eso que se puede modificar las propiedades fotovoltaicas del dispositivo, para que la reducción del colorante sea termodinámicamente favorecida el potencial redox del electrolito debe ser mayor en energía al nivel del HOMO del colorante. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

El electrolito contiene I (yoduro) y I₃ (triioduro) que se encuentran en el electrodo de TiO₂ y en el contra-electrodo, es muy importante que la viscosidad sea baja para que el rendimiento sea mucho mayor y así el rendimiento de la celda sea bueno. (Cabrera Bejarano, 2014)

Existen varios electrolitos pero el que se usa es el ioduro / triioduro, la gran desventaja del par ioduro/triioduro es que debido a su naturaleza es muy corrosivo y puede degradar al colorante sensibilizador. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

Contraelectrodo. -La transferencia de electrones se lleva a cabo gracias al contraelectrodo desde un circuito externo y que regresa de vuelta al electrolito redox, también lleva la fotocorriente por toda la celda solar, por eso se necesita un buen conductor para la reducción del par redox, el platino (Pt) hasta ahora es el material correcto para ser un contraelectrodo porque es un excelente catalizador para la reducción I₃. (Luque, y otros, 2003)

El contra electrodo se refiere al cátodo en donde se reducen los iones triioduro (I₃) a iones I, el contra electrodo debe tener una actividad alta de electro catalítica es por eso que se usa el óxido como sustrato conductor que está cubierto de 5-10 ug por cm² o 200nm de espesor aproximadamente. (Cabrera B, 2014)

El platino es el material perfecto para el contraelectrodo ya que se ajusta a las características del par yoduro/triyoduro. Una alternativa económica al platino son los electrodos de carbono grafito. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

Sensibilizador. - Absorben el espectro de longitud de la onda, poseen el nivel de energía en el estado excitado a energías mayores a la banda de la conducción y la energía del estado menor que el potencial de la pareja par redox; son funcionales para unirse al titanio, buena estabilidad química fotoquímica y solubilidad en donde su eficiencia en el proceso de sensibilización es correcta. (Cabrera, 2015)

El colorante orgánico. - se encarga de absorber los fotones de la radiación solar, dentro de la región visible y cierta parte de la región infrarrojo cercano, porque es ahí donde se concentra la mayor parte de la radiación solar. El colorante transfiere el electrón excitado a la banda de conducción la foto electrodo, para esto es necesario que el LUMO del colorante se encuentre cerca de los grupos de anclaje (ácidos carboxílicos) y el LUMO debe estar por encima de la banda de conducción del electrodo semiconductor. El electrolito regenera el colorante para ser utilizado de nuevo, para eso el valor del HOMO del colorante debe encontrarse por debajo del potencial redox del electrolito. (Revista de facultad de química de la UADY, 2015)

Carotenoides. -Los carotenoides tienen funciones en últimas instancias a su estructura química. Este isoprenoides, tiene una característica de doble enlace de sus moléculas, en el cual se genera el espectro absorción, su forma, su reactividad, su rola de transferir energía y su localización, dentro de este carotenoide con la función señalada tenemos al zapallo. (Reyes Lemus, 2014).

Antocianinas. -Son anfóteras es decir pueden reaccionar como ácido o base, cuando el pH es bajo y se coloca en un campo eléctrico este debería migrar hacia el cátodo. Cuando están en diferentes pH estos pigmentos se presentan en diversos colores y formas, un ejemplo claro es la mora. (Gonzales, 2015).

Para el funcionamiento de la celda se propone un circuito equivalente mediante una línea de transmisión de portadores, mediante un estudio de espectroscopia de impedancia en el cual se considera un circuito equivalente de corriente alterno o dinámico, la celda está compuesta del semiconductor de TiO₂ y un electrolito a base de un par redox I/I₃. Se dividieron en dos circuitos uno equivalente a luz abierta y la otra a oscuridad. (Juan Carlos Gallegos Mendoza, 2018)

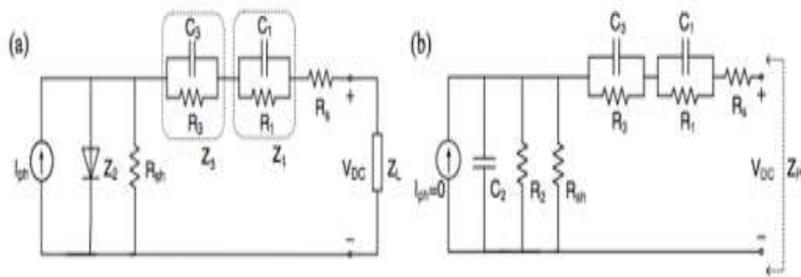


FIGURA 3: Circuito equivalente de una DSSC
Fuente: (Juan Carlos Gallegos Mendoza, 2018)

Como problema general de la investigación es ver ¿Cuál es el efecto de las celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora y zapallo influenciara para la generación de energía eléctrica? Y como problemas específicos, tenemos tres: 1.1. ¿Cuál es la eficiencia entre el colorante de la mora y el colorante del zapallo? 1.2 ¿De qué manera influencia la absorbancia de las placas de vidrio de las celdas solares sensibilizadas con colorantes? 1.3. ¿De qué manera se calculará la generación de energía eléctrica a partir de las celdas solares sensibilizadas con colorantes?

Este presente trabajo busca contribuir a que las personas dentro de nuestro territorio nacional, usen, se informen, y sepa que hay otras tecnologías naturales o limpias que puede generar energía eléctrica sin la necesidad de contaminar el medio ambiente. Para alcanzar los objetivos de este trabajo se utilizó celdas solares sensibilizadas de tipo Gratzel con colorantes de la mora y el zapallo.

El problema de la falta de luz en zonas alejadas de bajo recursos siempre ha sido lo principal, este sistema de celdas solares sensibilizadas demostrara que puede ser de gran ayuda para este tipo de problema ya que el costo para su realización es bajo.

De esa forma se podrá conocer los beneficios que generará y se conocerá las consecuencias que traen las otras fuentes como el problema a la salud y al medio ambiente. Mediante los resultados obtenidos se podrá brindar un cambio al estilo de vida del ser humano y su concientización, es decir se aprenderá que hay diferentes métodos para generar energía sin hacer daño al medio ambiente.

Considerándose dos hipótesis: Hipótesis General tenemos a la utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) tiene una influencia significativa para la generación de energía eléctrica. Y como hipótesis nula está la utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) tiene una influencia insignificante para la generación de energía eléctrica.

Los Objetivos de esta investigación se basa principalmente en evaluar la utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) para la generación de energía eléctrica. Comparando la eficiencia de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) en el proceso de generación de energía. Midiendo las absorbancias de las placas de vidrio de las celdas sensibilizadas por los colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) y demostrando que a partir de colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita maxima*) se puede generar la presencia de electricidad.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

La presente investigación tiene el tipo de investigación aplicada ya que cuenta con una base de información con conocimientos teóricos para ser realizado. Con un Nivel de Correlacional, ya que evaluaremos los datos obtenidos de las mediciones de las dos variables. El diseño es Experimental debido a que se manipulara las variables, y eso demuestra que si se cambia los valores de la variable independiente (celdas solares sensibilizadas) se modificara los valores en la variable dependiente (generación de energía eléctrica).

2.2. Operacionalización

En la generación de energía se va a depender de estas variables, dependientes e independientes, que son de suma importancia para lograr cumplir con el estudio, estos son los siguientes:

Variable dependiente

- Generación de energía eléctrica

Variable independiente

- Celdas solares sensibilizadas

2.3. Población, muestra y muestreo

Población: Esta tesis, se desarrollará en la ciudad de Huaral, en la Hacienda Huayán, para la obtención de la energía eléctrica de los dos frutos, el zapallo y la mora comercializados en la zona.

Muestra: A partir de 2 zapallos obtendremos 9 muestras de diferentes pesos (Ver **TABLA** de muestras) los valores son de 50-70 g de zapallo; y 1 Kg. de mora, al igual que el zapallo se realizará 10 muestras de la mora, con 50-70 g de mora, la utilización de cada muestra por gramo será:

TABLA 1: Cantidad de la muestra

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mora	50 g	52.5 g	55 g	57.5 g	60g	62.5 g	65 g	67.5 g	70 g
Zapallo	50 g	52.5 g	55 g	57.5 g	60g	62.5 g	65 g	67.5 g	70 g

Fuente: Elaboración propia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En este presente estudio se usó la observación directa en la medición de los hechos, porque es una técnica donde el investigador acopla todos los datos sin la necesidad de manipular las variables. En la recolección de datos se utilizó el análisis de documentos y un equipo de medición ya que nos permitirá la obtención de datos de la investigación y muy confiables. A continuación, se muestra las técnicas e instrumentos a usar:

TABLA 2: Técnicas e instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTES / INFORMANTES
Análisis documental	Fichas de Resumen	Libros, Artículos
Observación	Fichas de Recolección de datos	Para el proceso de la extracción del colorante
Análisis Químicos	Espectrofotómetro	Para la absorbancia de las películas y los colorantes.

Fuente: Elaboración propia

Se hará uso de un cuadro comparativo para así diferenciar los resultados de la generación de electricidad del colorante la mora y el colorante del zapallo.

TABLA 3: Equipos, Materiales e Insumos

EQUIPOS E INSTRUMENTOS	MATERIALES	INSUMOS
Espectrofotómetro	Mortero De Porcelana	Dióxido De Titanio Degussa P25
Multímetro	Matraz De Erlenmeyer	Acetil Acetona
Balanza Electrónica	Papel De Aluminio	Agua Destilada
Celda Solar	Cinta Mágica	Tritón X-100
Multímetro	Sustrato De Vidrio	Hexano
Plato Agitador y Magneto	Estufa	Ácido Cloroplátinico
	Vaso Precipitado	Ácido Clorhídrico
	Papel filtro	

Fuente: Elaboración propia

Espectrofotómetro. - La espectrofotometría, es una técnica muy usada en la rama de la química analítica donde se realizan mediciones, del intercambio de energía con la materia. Y el resultado que obtenemos representa la relación de intensidad de la energía inicial e intensidad final.

Existen factores que pueden influir en la correcta medición, los cuales podrían ser: el ruido, la estabilidad del equipo, la variación de la longitud de onda, la luz difusa, la repetitividad de la toma de datos de las muestras, etc. Para lo cual es necesario que el equipo tenga una certificación validada, ya sea por la más reconocida en el Perú (INACAL) y un buen muestreo. (Harris, 2006)

Los pigmentos captadores de luz absorben y transfieren la energía hacia dentro de la reacción y que constituyen las moléculas de la clorofila (Chl a P680 y Chl a P700) y se realiza la reacción fotoquímica. En los carotenoides, hay doble enlaces conjugados, y tiene la capacidad de capturar y transferir energía, y estas son medidas por el espectrofotómetro. (FOTOSÍNTESIS Y PIGMENTOS VEGETALES, 2005).

Las balanzas electrónicas. - se usan como instrumento para averiguar y transmitir datos sobre el peso de objetos, están hechas de acero para su durabilidad y su accesibilidad. (Bembibre, 2011).

Matraz de Erlenmeyer. - Este matraz es usado mayormente en laboratorio, las características que presenta es su forma cónica con cuello cilíndrico, la base es plana, y su utilización es para calentar líquidos que se encuentren en peligro de pérdida de su evaporación, ya que este matraz es y seguro en evitar la pérdida de sustancias. (Rosales Mamani, 2016)

Mortero de Porcelana.- Herramienta que se usa para moler y mezclar las sustancias, el mortero viene con un pilón en donde el extremo redondo se utiliza para machacar o moler, este puede ser de porcelana como también de madera, piedra tallada, entre otros. (La Rosa La Rosa, 2014)

2.5 Procedimiento

Una vez establecida la metodología, se decidió continuar con la iniciativa, estableciendo una secuencia de actividades que se muestran en la Fig. 4.

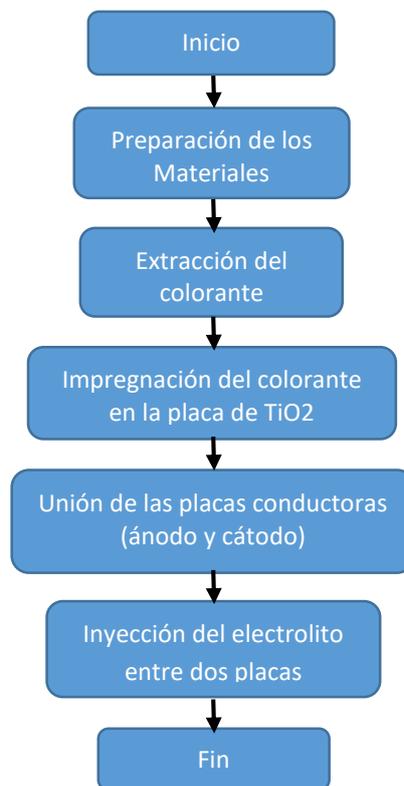


FIGURA 4: *Flujograma del proceso de fabricación de las celdas*
Fuente: Diseño de los autores

El Foto electrodo como el Contraelectrodo cuentan con una capa fina de óxido de estaño dopado con flúor FTO. Ya que es una de las características para una DSSC para una baja resistencia, de 5-10 ohm/placa con una transparencia a la radiación solar. Esto influye de dos formas, en la tramitancia para la absorción de luz y la resistencia en serie. A esto le llamaremos sustrato.



FIGURA 5: Placa de Vidrio con Óxido de Titanio dopado con Flúor
Fuente: Fotografía de los Autores

Secuencia de actividades de la extracción del zapallo:

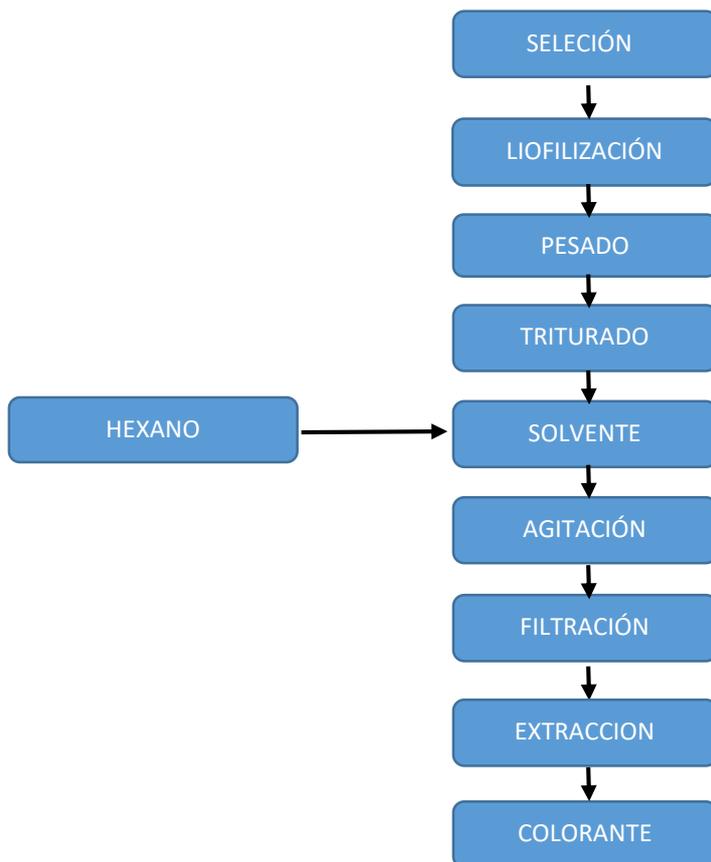


FIGURA 6: Flujograma del proceso de la extracción del zapallo
Fuente: Diseño de los autores

Se toma 615 g de zapallo cortadas en cubo (Liofilización). (Ver Fig. 7), este proceso se basa en la deshidratación de este en bolsas herméticas para así poder un mejor colorante.



FIGURA 7: Pesado del zapallo
Fuente: Fotografía de los autores

Seguida de este proceso de liofilización se utilizó 50 g de muestra, pasaron a ser trituradas hasta obtener un fino polvo. (Ver Fig. 8)



FIGURA 8: Polvo del zapallo en hexano
Fuente: Fotografía de los autores

El polvo obtenido es introducido a los matraces con el hexano, como solvente. Esto pasó a ser agitado durante una hora cubierto con papel aluminio, luego a ser filtrados. (Ver Fig. 9 y 10)



FIGURA 9: Matraz con el solvente del colorante de zapallo para la agitación
Fuente: Fotografía de los autores



FIGURA 10: Filtración del solvente con el zapallo en hexano
 Fuente: Fotografía de los autores

Dióxido de titanio TiO₂ (Pasta):

Es un semiconductor de bajo costo y propiedades fotoquímicas, foto catalíticas y fotovoltaicas. En años recientes se ha creado un sustancial progreso en el desarrollo de métodos para sintetizar nuevas estructuras, como nano partículas, nano varillas, nano cable, nano láminas, nano tubos y material nano poroso.

Para realizar el dióxido de titanio en pasta usaremos los siguientes materiales:

TABLA 4: Dióxido de TiO₂

MATERIALES	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Dióxido de titanio Degussa P25 • Mortero de porcelana • Acetil acetona • Agua destilado • Tritón X-100 	<p>Agregamos 12 g de dióxido de titanio Degussa P25 en un mortero de porcelana.</p>
	<p>Agregamos 0.4 ml de acetil acetona y 3.6 ml de agua destilada y agitamos por 5 minutos</p>
	<p>Agregamos 16 ml de agua destilada lentamente a la mezcla.</p>
	<p>Agregamos 0.2 ml de tritón X-100 a la mezcla que nos ayudará a dispersarla sobre el sustrato (Ver Fig. 11)</p>

Fuente: *Elaboración propia*

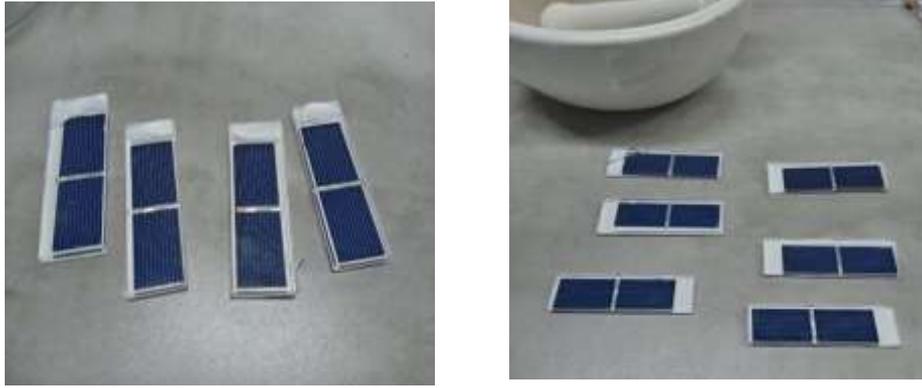


FIGURA 11: Pasta de TiO₂ sobre los sustratos y las celdas
Fuente: Fotografía de los autores

Foto electrodo: Son utilizados para obtener medidas de los datos de las mediciones eléctricas de las celdas solares:

TABLA 5: Foto electrodo

MATERIALES	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Placa de vidrio de 2.5x2.5 cm • Óxido de estaño con flúor • Dióxido de titanio (pasta) • Colorantes naturales 	Cubrimos la placa de vidrio con una película de óxido de estaño dopado con flúor.
	Lavar la placa de vidrio una solución de 10 ml de acetona y 10 ml de agua desionizada. (Ver Fig. 12)
	Con el método del doctor Blade, cubrimos directamente la placa de vidrio con la pasta del dióxido de titanio. (Ver Fig. 13)
	Luego es pasado a la estufa a 450°C por 30 minutos.

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 12: FIGURA 12: Lavado de las placas de vidrio con la solución
Fuente: Fotografía de los autores



FIGURA 13: Las placas de vidrio con la pasta de TiO₂
Fuente: Fotografía de los autores

Haremos lo mismo para medir la absorbancia, con la diferencia que no utilizaremos el óxido de estaño para que no influya en la medición de la absorbancia. (Ver Fig. 14)



FIGURA 14: Medida de la observancia de los colorantes
Fuente: Fotografía de los autores

TABLA 6: Contraelectrodo

MATERIALES	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Placa de vidrio de 2.5x2.5 cm • Ácido Cloroplatínico 	Cubrimos la placa de vidrio con una película de óxido de estaño dopado con flúor.
	Lavar la placa de vidrio una solución de 10 ml de acetona y 10 ml de agua desionizada.
	Añadimos directamente a la placa de vidrio el Ácido Cloroplatinico.
	Luego es pasado a la estufa a 450°C por 30 minutos.

Fuente: Elaboración propia

Extracción de la mora:

Secuencia de actividades de la extracción de la mora:

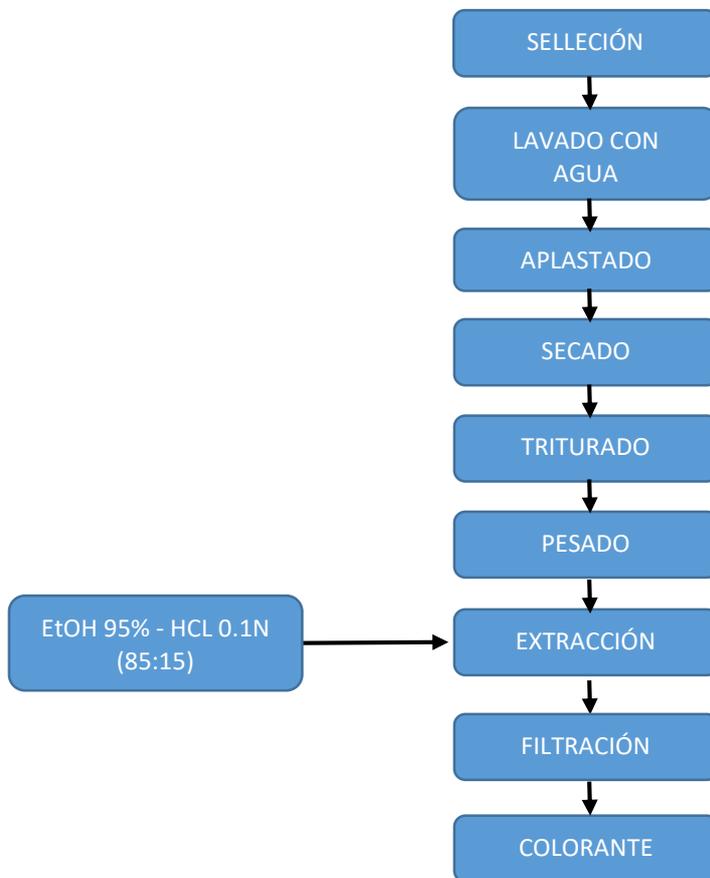


FIGURA 15: Flujograma del proceso de la extracción de la mora
Fuente: Fotografía de los autores

La mora se aplasta para reducir su tamaño y minorar el tiempo de secado. (Ver Fig. 16)



FIGURA 16: Medida de la observancia de los colorantes
Fuente: Fotografía de los autores

Se manda a la estufa a 40°C durante 2 días. La mora seca pasa a machacarse para que así sea fácil la extracción del colorante. (Ver Fig. 17)



FIGURA 17: Mora triturada para la extracción del colorante
Fuente: Fotografía de los autores

Se pesa 50 gr. De la mora para mezclar con el disolvente, en relación de 85% EtOH Y 15% HCL. (Ver Fig. 18).

TABLA 7: Relación de EtOH Y HCL

EtOH (95%)	HCL (15%)
En un balón de aforo de 500 ml, 475 ml de EtOH 25 ml de agua destilada.	Se aforó con agua destilada 2.07 ml de HCL 247.93 de H ₂ O

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 18: Mora triturada con el disolvente
Fuente: Fotografía de los autores

Para obtener un grado de pureza mayor de la concentración del colorante usamos el etanol porque influye en la extracción del concentrado. (2014)

Para la extracción del colorante utilizo el proceso de maceración, con un soluble.

En un matraz de Erlenmeyer contenido la solución del solvente, la mora y el magneto para el proceso de agitación constante, cubierto con papel aluminio, ya que la luz afecta en eficiencia del colorante. (Ver Fig. 19)



FIGURA 19: Colorante de la Mora listo para el proceso de agitación
Fuente: Fotografía de los autores

Luego paso a ser filtrado, para separar lo sólido y la solución. (Ver Fig. 20). Y finalmente se obtuvo el colorante



FIGURA 20: Proceso de la Filtración del colorante
Fuente: Fotografía de los autores

Para la impregnación del colorante en la placa de vidrio para ser usado como electrodo, este debe estar previamente cubierto por oxido de titanio. Y ser medido para obtener el dato de la resistencia eléctrica, que va desde 10 a 40 Ω . Se sumerge la placa por 24 horas para la impregnación del colorante. Luego pasa a unirse con el Contraelectrodo. (Ver Fig. 21). A través de los orificios de la placa se inyecta el electrolito mediante una jeringa.



FIGURA 21: Impregnación del colorante natural Mora y Zapallo
Fuente: Fotografía de los autores

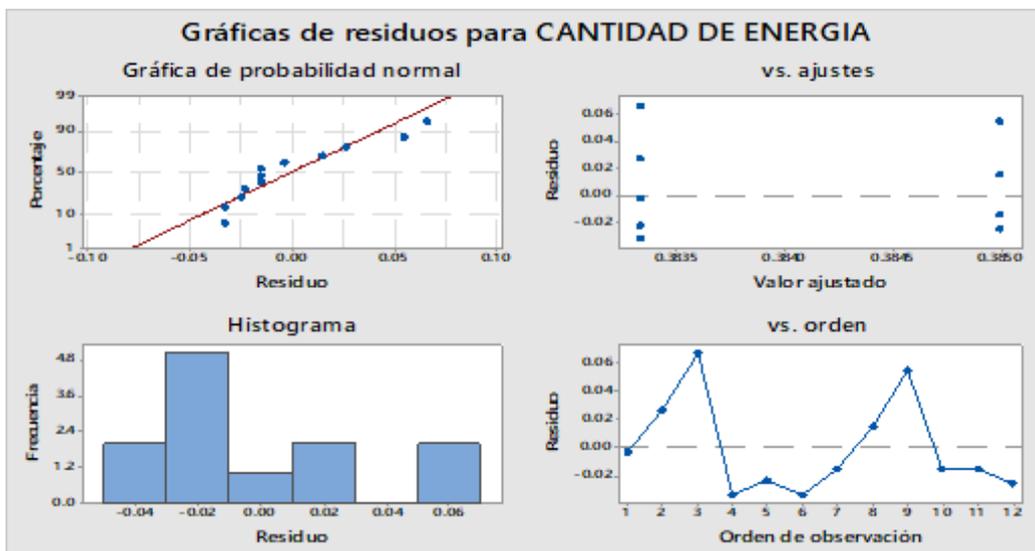
2.6. Método de Análisis de Datos

El método que se ha de emplear es el de ANOVA es un método estadístico en donde se permite comparar los resultados obtenidos adquiridos y así contrastar la hipótesis planteada.

El método de ANOVA se utiliza para situaciones que se debe de analizar la respuesta cuantitativa, a lo que llamamos normalmente variable dependiente, en condiciones experimentales por una o más variables categóricas como tratamiento, sexo, etc., llamadas variables independientes. Cuando muestra sola una variable en condiciones experimentales distintas, se le nombra al análisis como Anova de un factor. (Fisher, 1925).

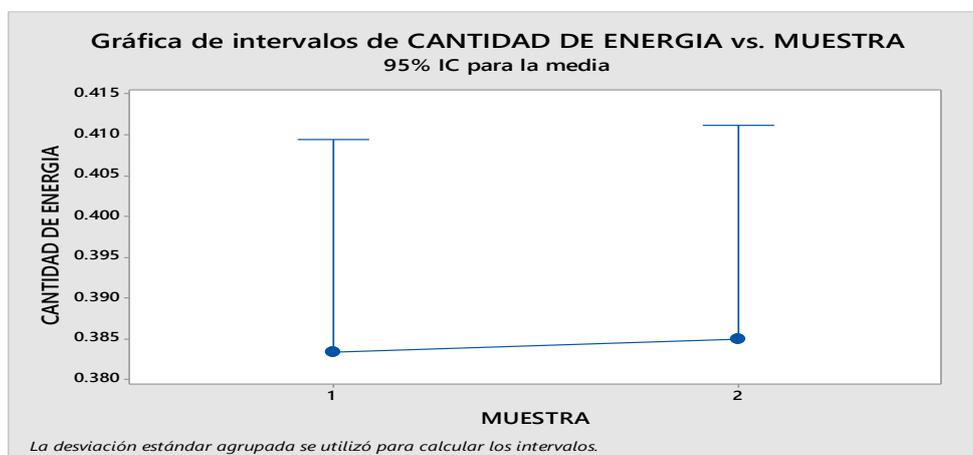
Se realizó las mediciones para el horario de las 08:00 H, para así conocer con cuanto de energía genera al comienzo del día.

GRÁFICO 1: Cantidad de Energía



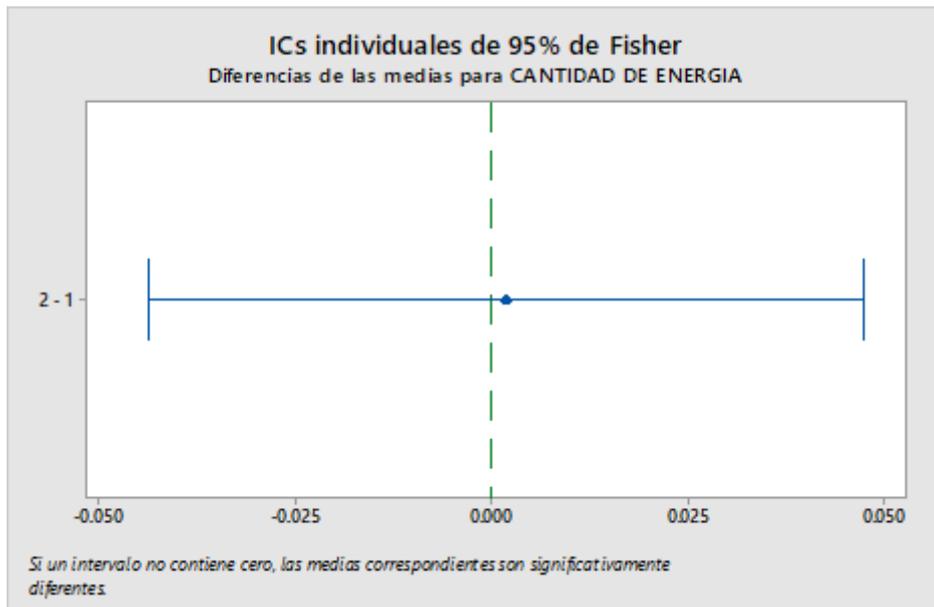
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 2: Cantidad de Energía vs. Muestra



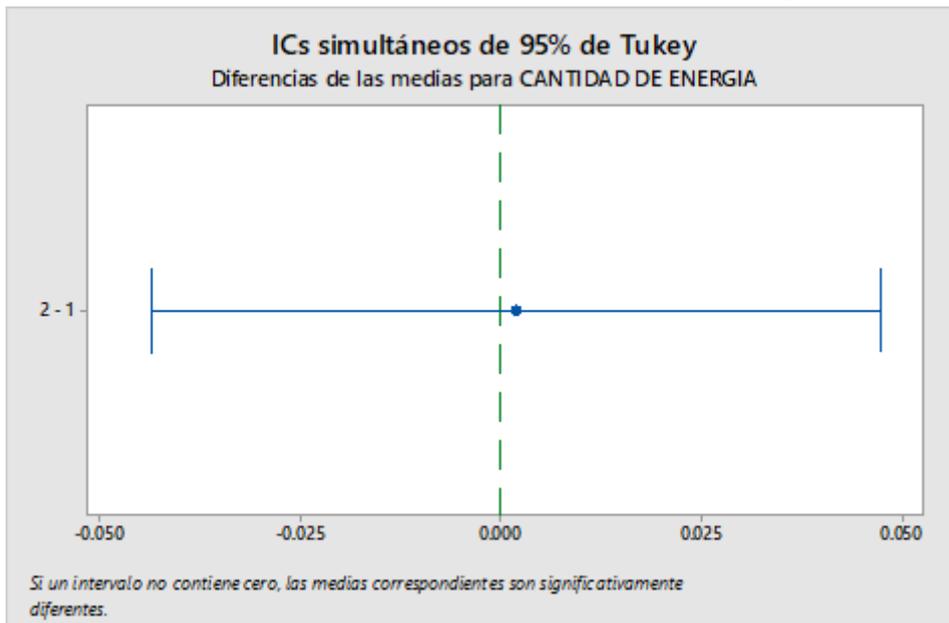
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 3: ICs in individuales de 95% de Fisher



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 4: ICs simultáneos de 95% de Tukey



Fuente: Elaboración propia

TABLA 8: Método ANOVA unidireccional: CANTIDAD DE ENERGIA vs. MUESTRA Método ANOVA unidireccional: CANTIDAD DE ENERGIA vs. MUESTRA

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

TABLA 9: Información del factor

FACTOR	NIVELES	VALORES
MUESTRA	2	1, 2

Fuente: Elaboración propia

TABLA 10: Análisis de Varianza

FUENTE	GL	SC AJUST.	MC AJUST.	VALOR F	VALOR P
MUESTRA	1	0.000008	0.000008	0.01	0.936
Error	10	0.012483	0.001248		
Total	11	0.012492			

Fuente: Elaboración propia

TABLA 11: Resumen del modelo

S	R-CUAD.	R-CUAD.(AJUSTADO)	R-CUAD.(PRED)
0.0353318	0.07%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 12: Medias

MUESTRA	N	Media	Desv.Est.	Límite Superior de 95%
1	6	0.3833	0.0398	0.4095
2	6	0.3850	0.0302	0.4111
Desv.Est. agrupada = 0.0353318				

Fuente: Elaboración propia

TABLA 13: Comparaciones en parejas de Tukey

MUESTRA	N	MEDIA	AGRUPACIÓN
2	6	0.3850	A
1	6	0.3833	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. ICs simultáneos de 95% de Tukey

TABLA 14: Comparaciones en parejas de Fisher

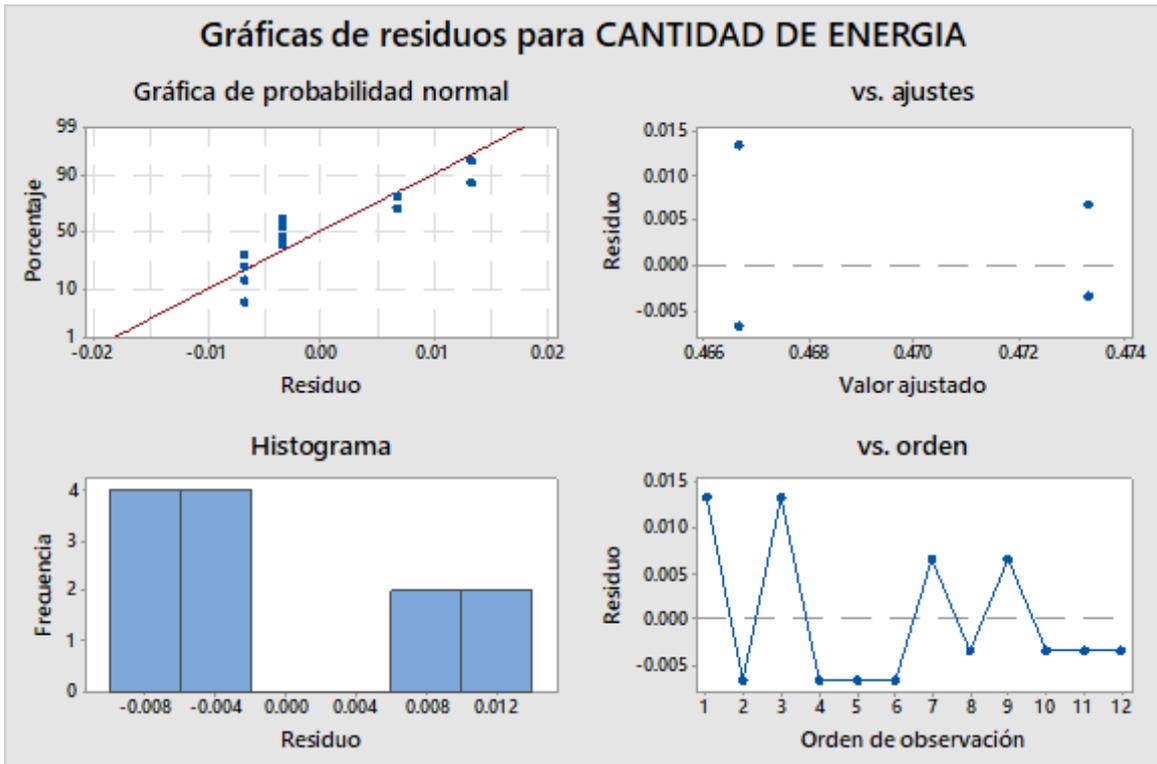
MUESTRA	N	Media	Agrupación
2	6	0.3850	A
1	6	0.3833	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. ICs individuales de 95% de Fisher

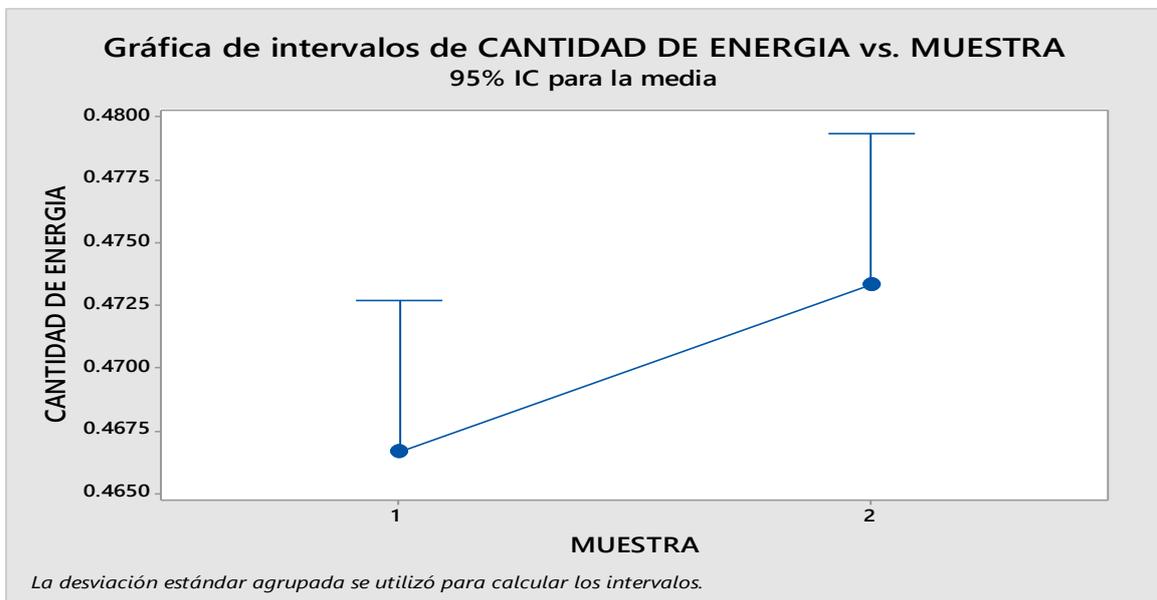
Se realizó las mediciones de los datos para el horario de las 12H en donde se observó una alta intensidad de calor por lo cual el nivel de energía se presenta más alto de lo normal

GRÁFICO 5: CANTIDAD DE ENERGÍA



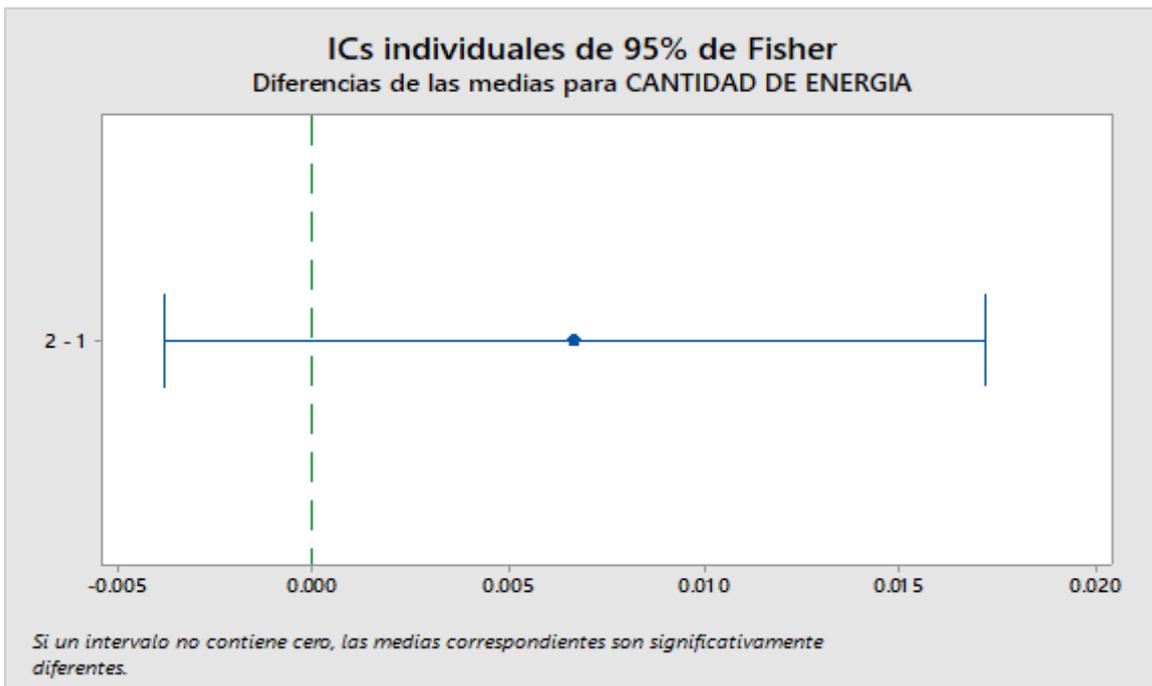
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 6: Cantidad de Energía vs. Muestra



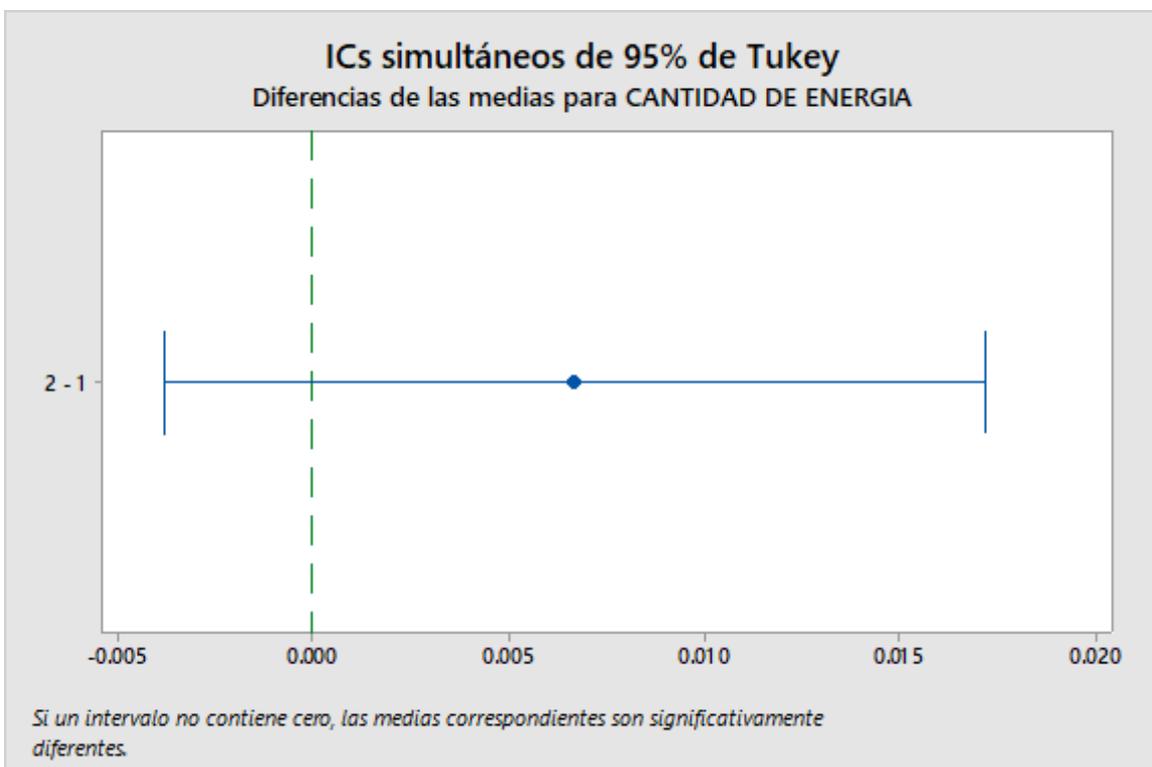
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 7: ICs in individuales de 95% de Fisher



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 8: ICs simultáneos de 95% de Tukey



Fuente: Elaboración propia

TABLA 15: Método ANOVA unidireccional: CANTIDAD DE ENERGÍA vs. MUESTRA

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

TABLA 16: Información del factor

Factor	Niveles	Valores
MUESTRA	2	1, 2

Fuente: Elaboración propia

TABLA 17: Análisis de Varianza

FUENTE	GL	SC AJUST.	MC AJUST.	VALOR F	VALOR P
MUESTRA	1	0.000133	0.000133	2.00	0.188
Error	10	0.000667	0.000067		
Total	11	0.000800			

Fuente: Elaboración propia

TABLA 18: Resumen del modelo

S	R-cuad	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0081650	16.67%	8.33%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 19: Medias

MUESTRA	N	Media	Desv.Est.	Límite superior de 95%
1	6	0.46667	0.01033	0.47271
2	6	0.47333	0.00516	0.47937

Desv.Est. agrupada = 0.00816497

Fuente: Elaboración propia

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TABLA 20: Comparaciones en parejas de Tukey

MUESTRA	N	Media	Agrupación
2	6	0.47333	A
1	6	0.46667	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TABLA 21: Comparaciones en parejas de Fisher

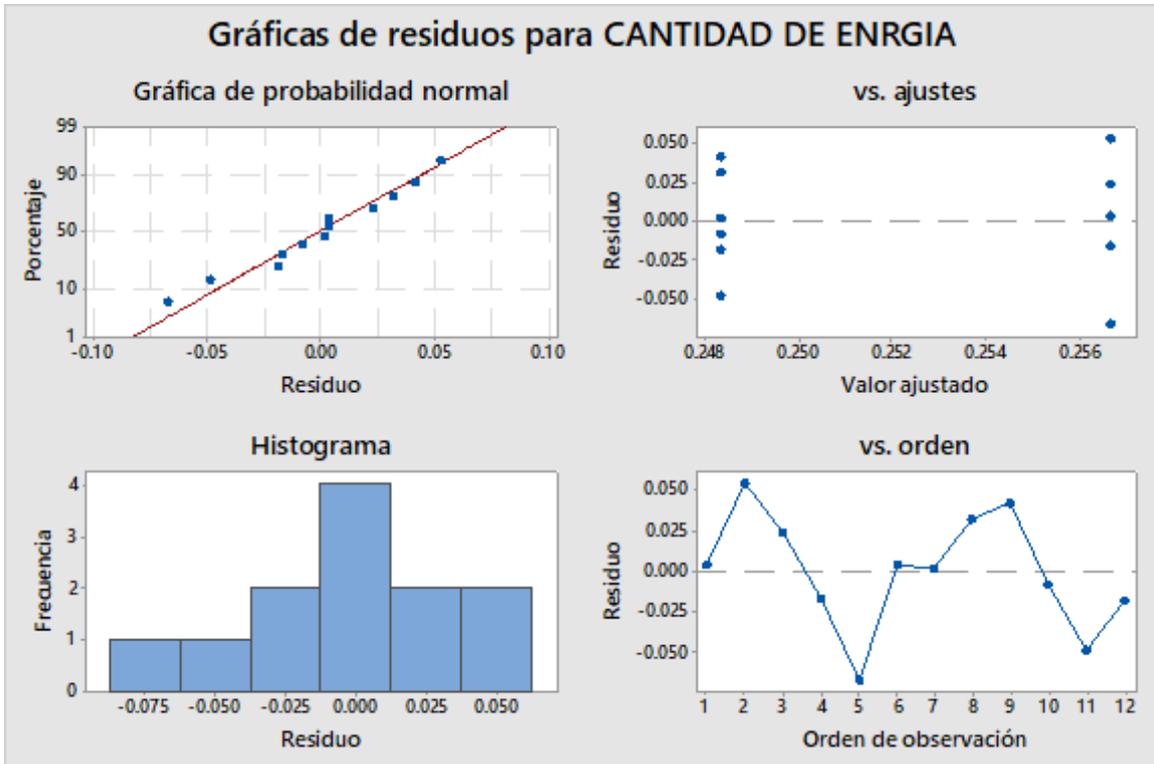
MUESTRA	N	Media	Agrupación
2	6	0.47333	A
1	6	0.46667	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

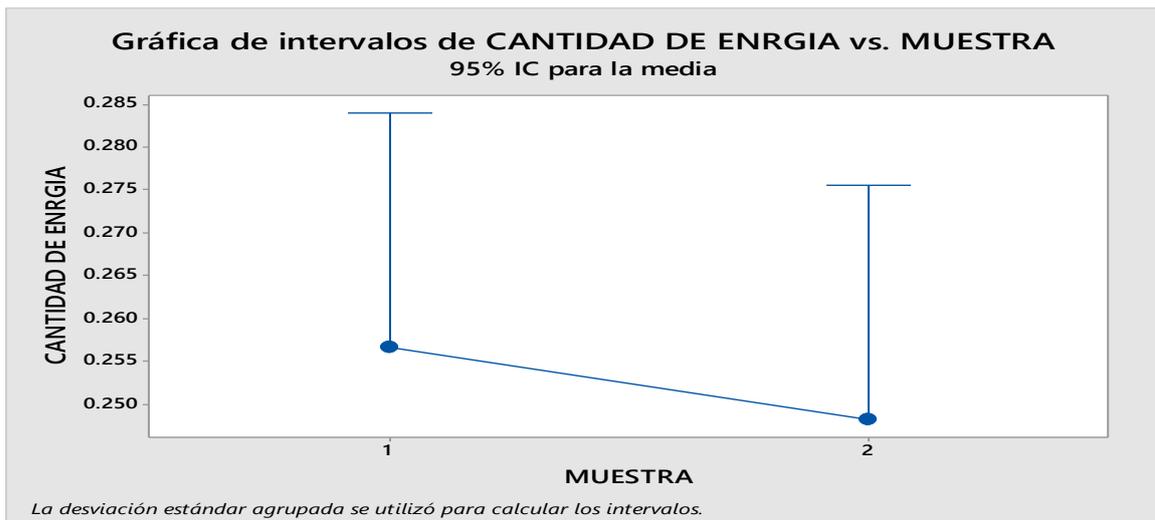
ICs individuales de 95% de Fisher: Se realizó la medición de los datos utilizando el horario de 16H en donde ya el clima solar no se percibe a simple vista, se aproxima al clima nocturno.

GRÁFICO 9: CANTIDAD DE ENERGÍA



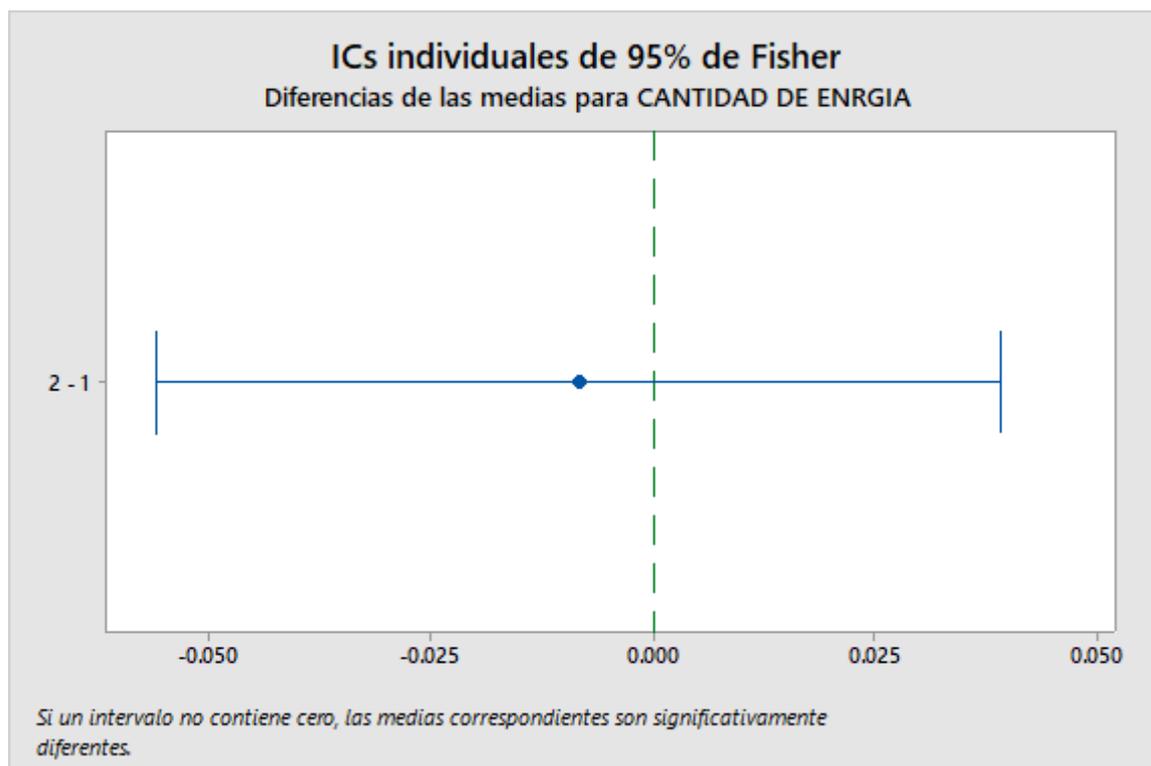
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 10: Cantidad de Energía vs. Muestra



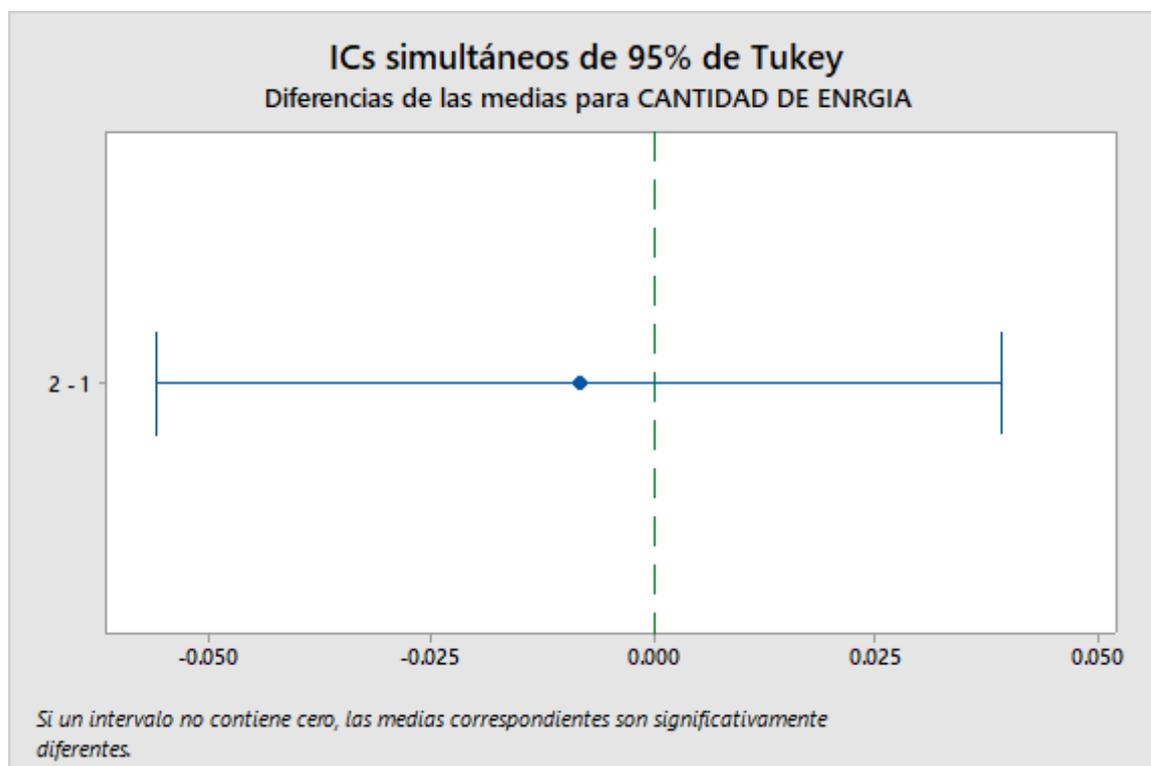
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 11: ICs in individuales de 95% de Fisher



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 12: ICs simultáneos de 95% de Tukey



Fuente: Elaboración propia

TABLA 22: Método: ANOVA unidireccional: CANTIDAD DE ENRGIA vs. MUESTRA

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

TABLA 23: Información del factor}

Factor	Niveles	Valores
MUESTRA	2	1, 2

Fuente: Elaboración propia

TABLA 24: Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	1	0.000208	0.000208	0.15	0.704
Error	10	0.013617	0.001362		
Total	11	0.013825			

Fuente: Elaboración propia

TABLA 25: Resumen del Modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0369008	1.51%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 26: Medias

MUESTRA	N	Media	Desv.Est.	Límite superior de 95%
1	6	0.2567	0.0403	0.2840
2	6	0.2483	0.0331	0.2756

Desv.Est. agrupada = 0.0369008

Fuente: Elaboración propia

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TABLA 27: Comparaciones en parejas de Tukey

MUESTRA	N	Media	Agrupación
1	6	0.2567	A
2	6	0.2483	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TABLA 28: Comparaciones en parejas de Fisher

MUESTRA	N	Media	Agrupación
1	6	0.2567	A
2	6	0.2483	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs individuales de 95% de Fisher.

H₀: Con la utilización de las 2 muestras de tintes de colorantes, no existe la diferencia significativa en la cantidad de energía que produce cada celda solar.

H₁: Con la utilización de las 2 muestras de tintes de colorantes, si existe la diferencia significativa en la cantidad de energía que produce cada celda solar

$P < 0.05$ Se rechaza H₀

El valor de p que se midió en los 3 tipos de tiempo fueron:

$0,936 > 0,05$ Se acepta H₀

$0,188 > 0,05$ Se acepta H₀

$0,704 > 0,05$ Se acepta H₀

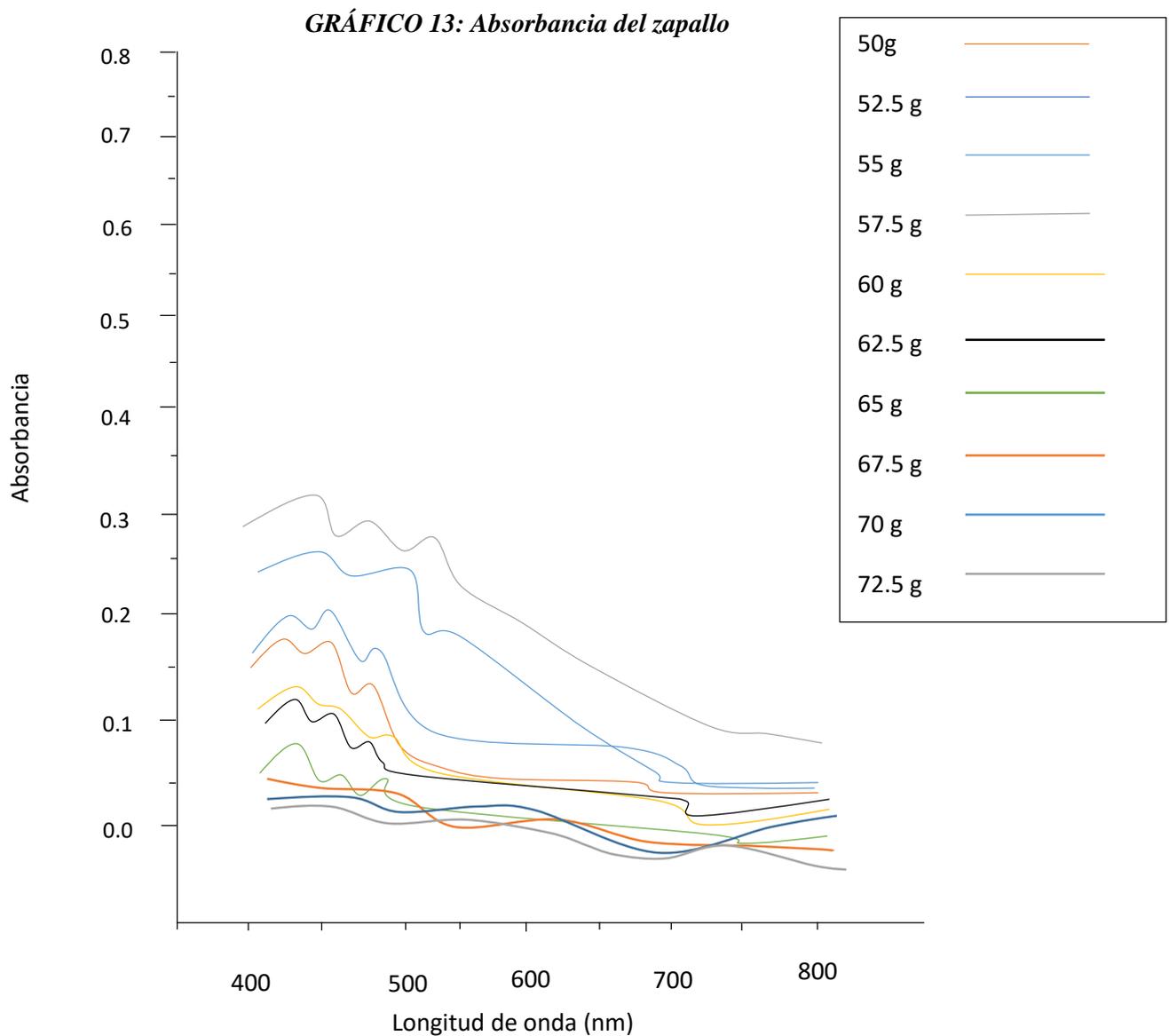
2.7. Aspectos Éticos

Este presente trabajo pretende no falsificar resultados ni datos, es decir se tendrá en cuenta la veracidad del estudio, siempre respetando las propiedades intelectuales de los autores que brindan sus aportes en libros, tesis, artículos, entre otros, siempre citando correctamente.

III. RESULTADOS

ZAPALLO

Absorbancia. - Con ayuda de un espectrofotómetro (rango ultravioleta-visible) se hallaron las curvas de absorbancia del colorante natural, con ayuda del programa Origin se encontró los picos de absorbancia que se encontró en el análisis de las curvas. Se realizaron las mediciones a las 10 muestras de colorantes con diferentes tipos de peso (gr) para conocer la cantidad necesaria para captar la energía solar de forma eficaz, en el cual las muestras más eficientes para la absorción fueron de la cantidad de 50gr, 52.5 gr, 55gr y 57.5 gr, encontrándose 3 picos en el rango de 400 – 500nm y el otro pico entre 600-750 nm, se representará en la siguiente gráfica:



Fuente: Elaboración propia

Cada celda solar sensibilizada se sumergió en las muestras de 52.5gr, 55gr, 57.5gr seleccionadas (presentan una buena absorbancia), para que el tinte se impregne. Cada celda se dejó secar para luego ser medido y conocer su voltaje en circuito abierto:

TABLA 29: Muestras

MUESTRA 52,5 gr	MUESTRA 55 gr	MUESTRA 57.5 gr
0.39 V	0.41 V	0.45 V
400-500nm/600-750nm	400-480nm/620-750nm	420-500nm/600-750nm

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia de los parámetros eléctricos principales de una celda solar sensibilizada por colorantes (DSCC) que nos mostraron fueron, voltaje en circuito abierto (tiene un buen alto índice de circuito abierto), corriente en circuito cerrado, factor de forma y eficiencia, en el cual estará representada en la siguiente **TABLA**:

TABLA 30: Colorante

COLORANTE	Voc (V)	Isc (mA)	FF	n%
Zapallo	0.4000	0.10	0.29	0.0050

Fuente: Elaboración propia

MORA

Al obtener el colorante del sustrato de la mora, fueron sometidas a la validación de su pH, este tiene un efecto en su estructura y la estabilidad por ser antocianina, y su acidez tiene el efecto protector sobre la molécula, la medición de pH se realizó para cada muestra. (Ver Fig. 22).

TABLA 31: Ph de la Mora

50gr	52.5gr	55 gr	57.5gr	60gr	62.5gr	65gr	67.5gr	70gr	72.5gr
3.3	3.4	3.3	3.4	3.4	3.3	3.6	3.5	3.6	3.6

Fuente: Elaboración propia

Para aprovechar la energía solar, depende de la radiación solar incidente sobre las celdas solares, se tiene que tomar en cuenta la curva característica de corriente-voltaje, esta curva representa las posibles combinaciones de I y V en una celda solar, bajo las condiciones de radiación solar incidente. El mayor rendimiento de las celdas solares se obtiene cuando se forma un ángulo recto con el rayo de luz solar. Para el registro del voltaje del circuito se realizará utilizando un voltímetro digital TRUPER MUT-105 categoría II y III.

TABLA 32: Especificaciones técnicas del multímetro TRUPER MUT 105

RANGO	RESOLUCIÓN	PRECISIÓN	PROTECCIÓN SE SOBRECARGA
200 mV	0.1 mV	$\pm(0.5 \% + 5)$	230 V de CA
2 V	1 mV		1000 V de CD 750 de CA
20 V	10 mV		
200 V	100 mV		
1000 V	1 V	$\pm (0.8\% + 5)$	

Fuente: Manual TRUPER

Para poder conocer cuanta energía nos produce la celda solar, primero se debe de impregnar el colorante ala celda, se va a sumergir para luego esperar su secado, posteriormente usando el voltímetro se conocera los datos de cada celda (energia).

TABLA 33: VOLTÍMETRO

MUESTRA 50gr	MUESTRA 52.5gr	MUESTRA 55gr
3.3 pH	3.4 pH	3.3 pH
0.43 V	0.40 V	0.45 V

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 22: Medición del pH de la Mora de 57.5 g.
Fuente: Fotografía de los autores

Se realizó en función de las condiciones climáticas, para el registro de la data se realizó el día 01 de noviembre del 2019, se ubicó las celdas solar, se observó la orientación y la inclinación requerida para así obtener buenos resultados, evitando también la obstrucción de las celdas con las sombras, se seleccionaron 12 celdas aptas con buena absorción dentro de todas las muestras que se realizarón en el estudio, 6 celdas de zapallo (2 celdas por muestra seleccionada) y 6 celdas de mora (2 celda por muestra seleccionada), y se formaron de la siguiente manera:



FIGURA 23: Modulo de las DSSC
Fuente: Fotografía de los autores

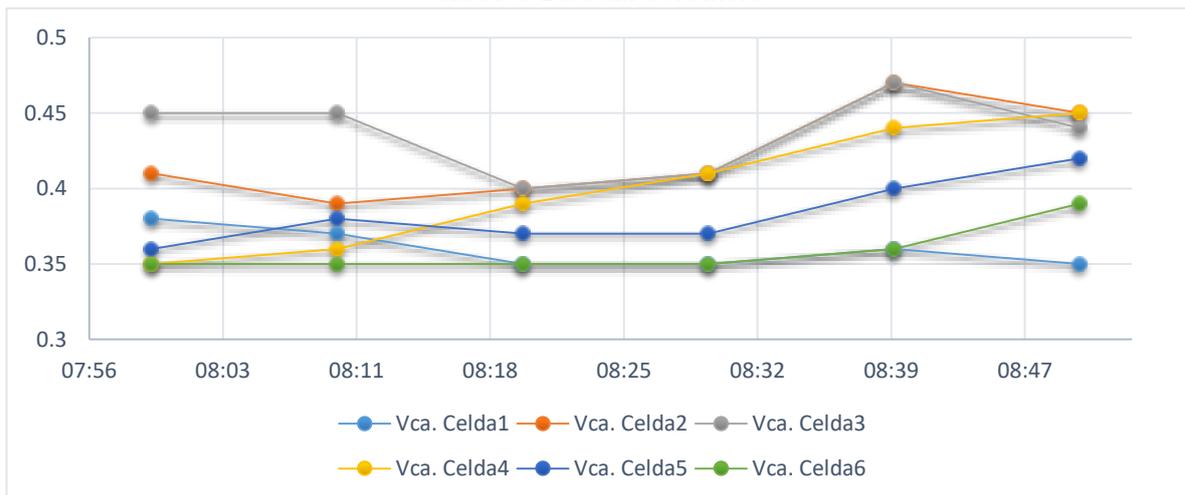
TABLA 34: Muestra los resultados de las celdas de la mora que se obtuvo al registrar los datos de voltaje de circuito abierto, en función del día

HORA	Vca. Celda1	Vca. Celda2	Vca. Celda3	Vca. Celda4	Vca. Celda5	Vca. Celda6
08:00	0.38	0.41	0.45	0.35	0.36	0.35
08:10	0.37	0.39	0.45	0.36	0.38	0.35
08:20	0.35	0.4	0.4	0.39	0.37	0.35
08:30	0.35	0.41	0.41	0.41	0.37	0.35
08:40	0.36	0.47	0.47	0.44	0.4	0.36
08:50	0.35	0.45	0.44	0.45	0.42	0.39
09:00	0.36	0.48	0.45	0.37	0.44	0.41
09:10	0.37	0.48	0.42	0.38	0.43	0.39
09:20	0.38	0.46	0.45	0.37	0.45	0.4
09:30	0.4	0.48	0.46	0.38	0.46	0.41
09:40	0.41	0.46	0.45	0.39	0.45	0.47
09:50	0.42	0.48	0.45	0.42	0.45	0.45
10:00	0.45	0.47	0.47	0.44	0.44	0.45
10:10	0.44	0.48	0.46	0.45	0.45	0.46
10:20	0.44	0.48	0.47	0.47	0.46	0.48
10:30	0.44	0.48	0.47	0.47	0.47	0.48
10:40	0.45	0.45	0.48	0.45	0.45	0.45
10:50	0.43	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
11:00	0.44	0.46	0.47	0.47	0.46	0.47
11:10	0.45	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
11:20	0.46	0.48	0.47	0.48	0.48	0.47
11:30	0.46	0.46	0.47	0.48	0.46	0.47
11:40	0.46	0.46	0.48	0.45	0.46	0.48
11:50	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.47
12:00	0.48	0.46	0.48	0.46	0.46	0.46
12:10	0.46	0.47	0.46	0.48	0.47	0.47
12:20	0.47	0.46	0.49	0.46	0.47	0.46
12:30	0.46	0.46	0.48	0.46	0.46	0.46
12:40	0.43	0.47	0.49	0.45	0.47	0.46
12:50	0.44	0.47	0.49	0.47	0.47	0.47
13:00	0.43	0.46	0.49	0.46	0.46	0.46
13:10	0.42	0.46	0.48	0.47	0.46	0.47
13:20	0.42	0.46	0.48	0.46	0.47	0.47
13:30	0.42	0.46	0.47	0.46	0.46	0.46
13:40	0.43	0.46	0.45	0.48	0.46	0.46
13:50	0.4	0.45	0.43	0.49	0.45	0.45
14:00	0.4	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
14:10	0.41	0.46	0.47	0.46	0.45	0.46
14:20	0.42	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

14:30	0.4	0.45	0.46	0.45	0.44	0.45
14:40	0.4	0.43	0.47	0.43	0.43	0.43
14:50	0.41	0.44	0.45	0.44	0.44	0.43
15:00	0.39	0.44	0.46	0.44	0.42	0.41
15:10	0.39	0.45	0.44	0.45	0.43	0.39
15:20	0.39	0.44	0.45	0.43	0.42	0.39
15:30	0.41	0.43	0.47	0.43	0.42	0.41
15:40	0.4	0.44	0.43	0.4	0.39	0.4
15:50	0.37	0.44	0.43	0.44	0.39	0.39
16:00	0.35	0.44	0.43	0.4	0.38	0.38
16:10	0.37	0.44	0.43	0.38	0.37	0.37
16:20	0.36	0.44	0.44	0.35	0.34	0.34
16:30	0.36	0.41	0.43	0.33	0.3	0.3
16:40	0.36	0.42	0.41	0.33	0.29	0.29
16:50	0.36	0.42	0.42	0.3	0.27	0.3
17:00	0.35	0.36	0.4	0.31	0.25	0.31
17:10	0.35	0.36	0.38	0.3	0.23	0.3
17:20	0.32	0.34	0.35	0.3	0.2	0.3
17:30	0.31	0.32	0.33	0.28	0.19	0.28
17:40	0.31	0.31	0.29	0.27	0.19	0.27
17:50	0.28	0.3	0.29	0.26	0.19	0.26
18:00	0.26	0.31	0.28	0.24	0.19	0.26

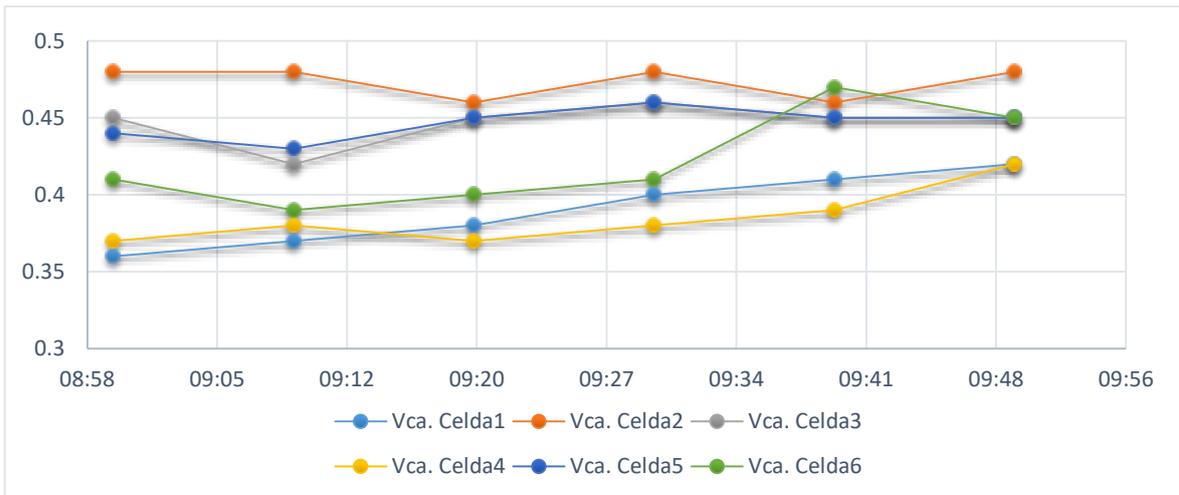
Fuente: elaborado propia

GRÁFICO 14: 8 am de la Mora



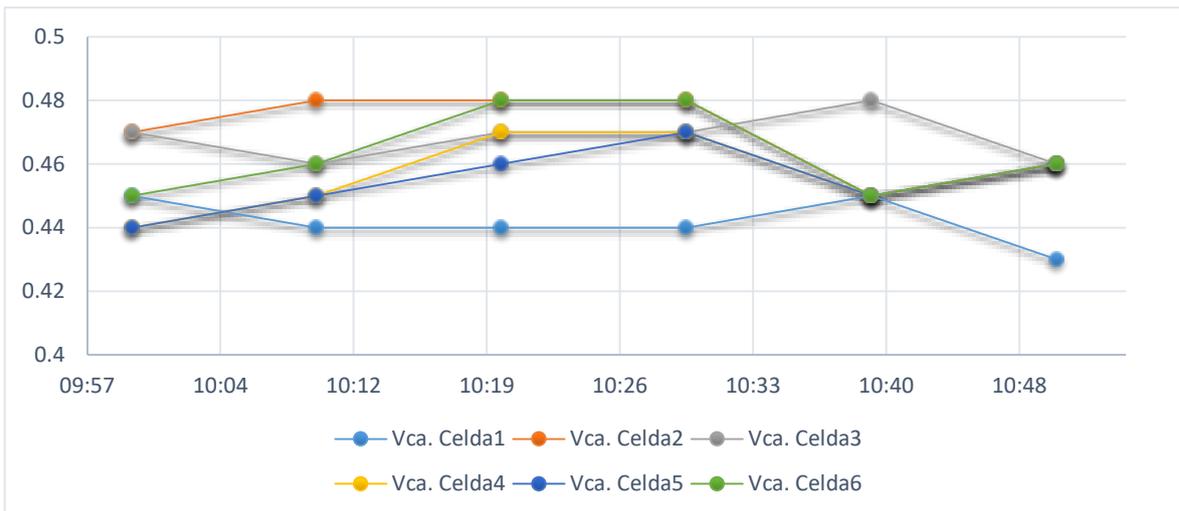
El punto más alto se registró a las 8:40 en dos celdas (Vca. Celda2 y Vca. Celda3) con picos de 0.47 V y el más bajo en 0.35 V. del rango de las 8 de la mañana.

GRÁFICO 15: 9 am de la Mora



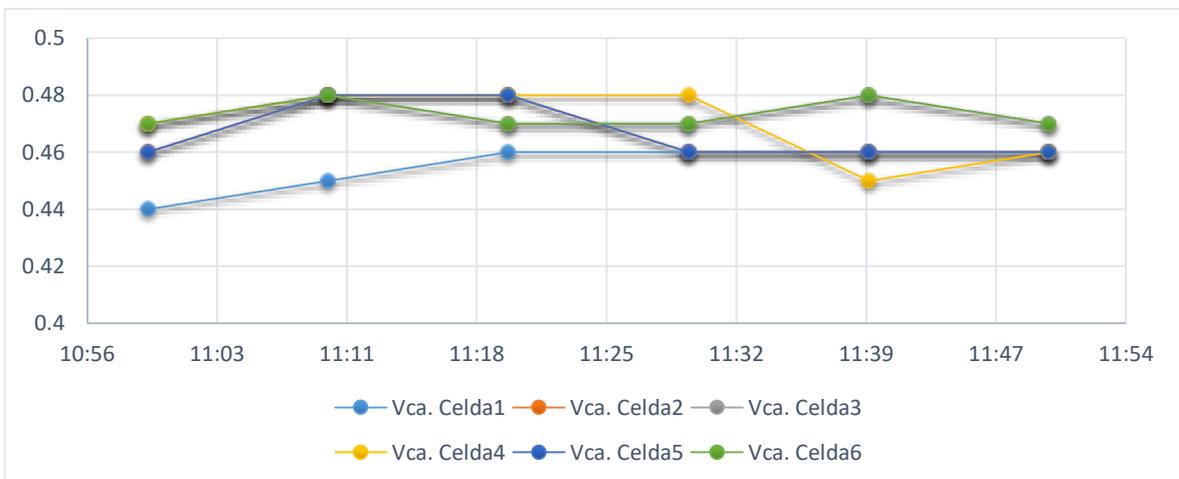
El punto más alto se registró en la celda 2 con picos de 0.48 V y el más bajo en 0.36 V.

GRÁFICO 16: 10 am de la Mora



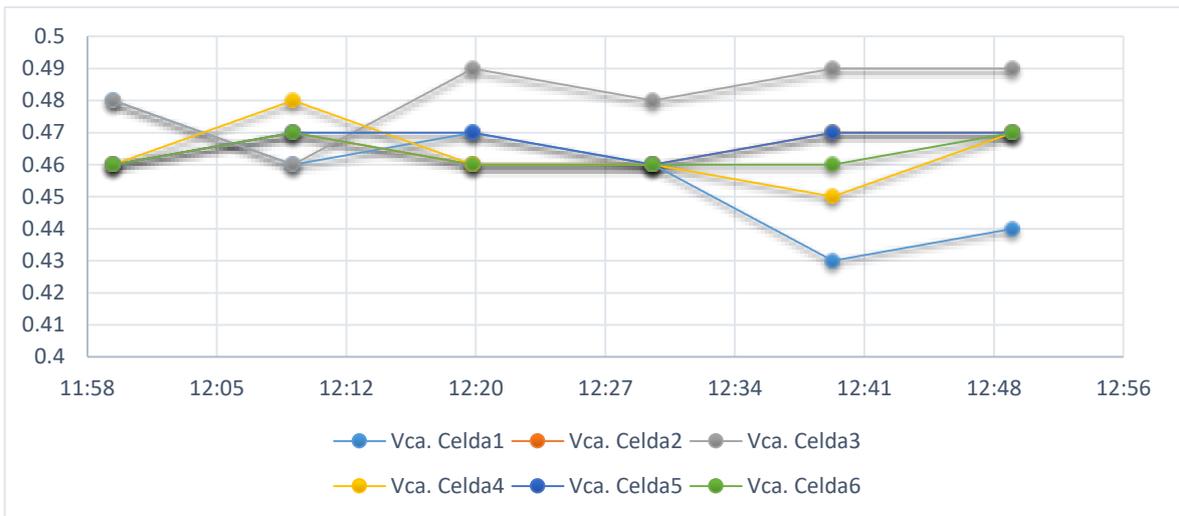
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.43 V .

GRÁFICO 17: 11 am de la Mora



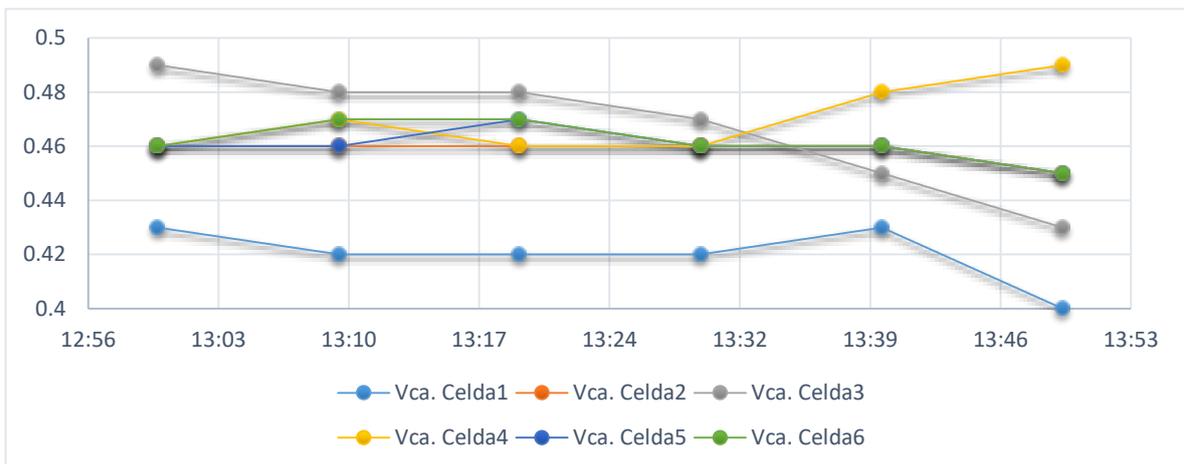
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.44 V

GRÁFICO 18: 12 m de la Mora



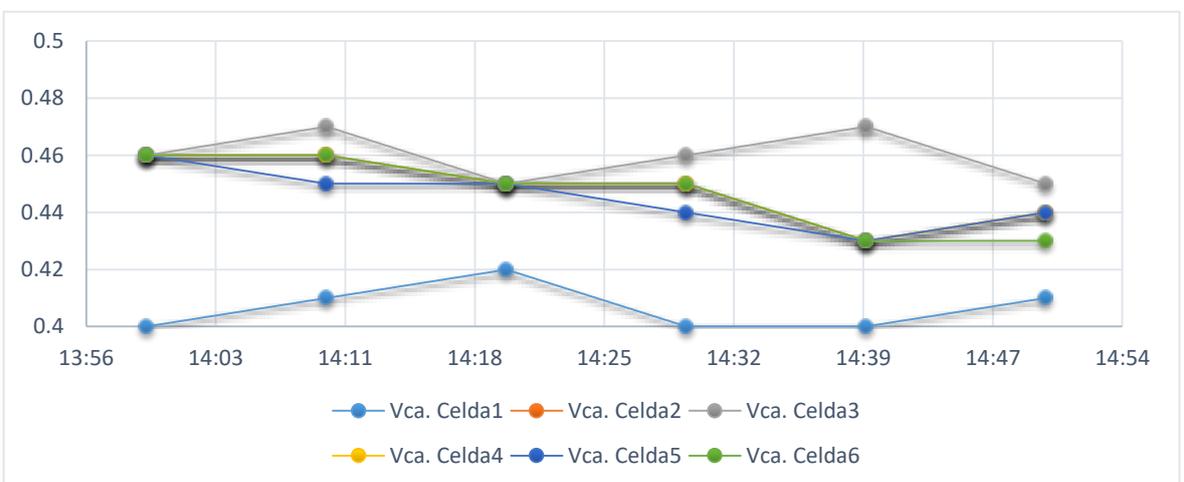
El punto más alto se registró de 0.49 V y el más bajo de 0.43 V

GRÁFICO 19: 13 pm de la Mora



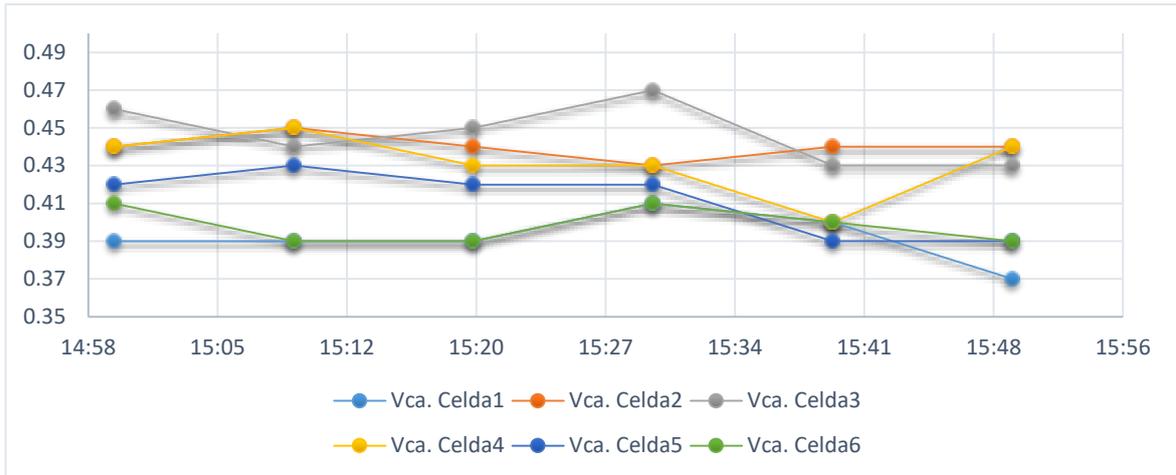
El punto más alto se registró de 0.49 V y el más bajo de 0.40 V

GRÁFICO 20: 14 pm de la Mora



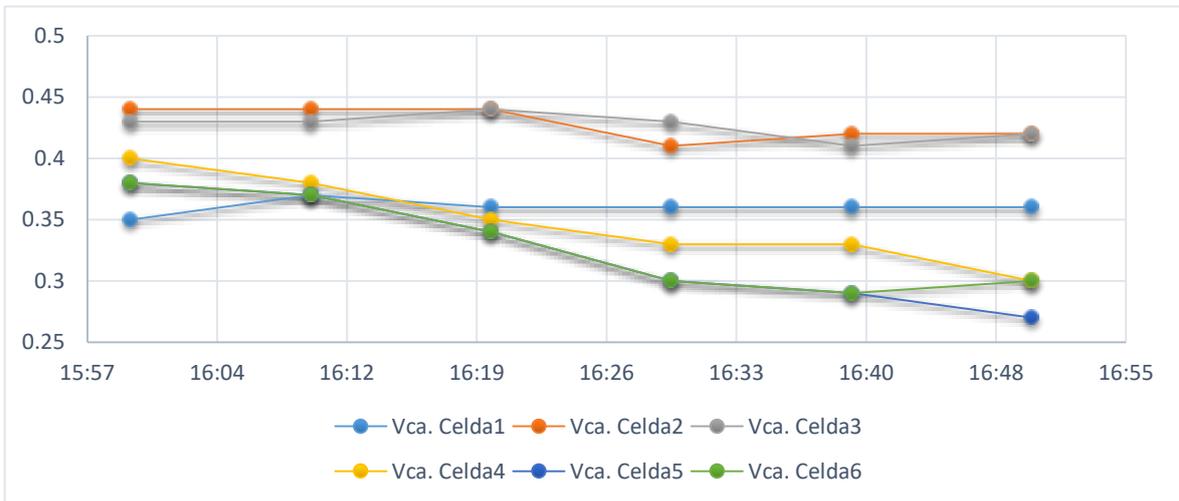
El punto más alto se registró de 0.47 V y el más bajo de 0.40 V.

GRÁFICO 21: 15 pm de la Mora



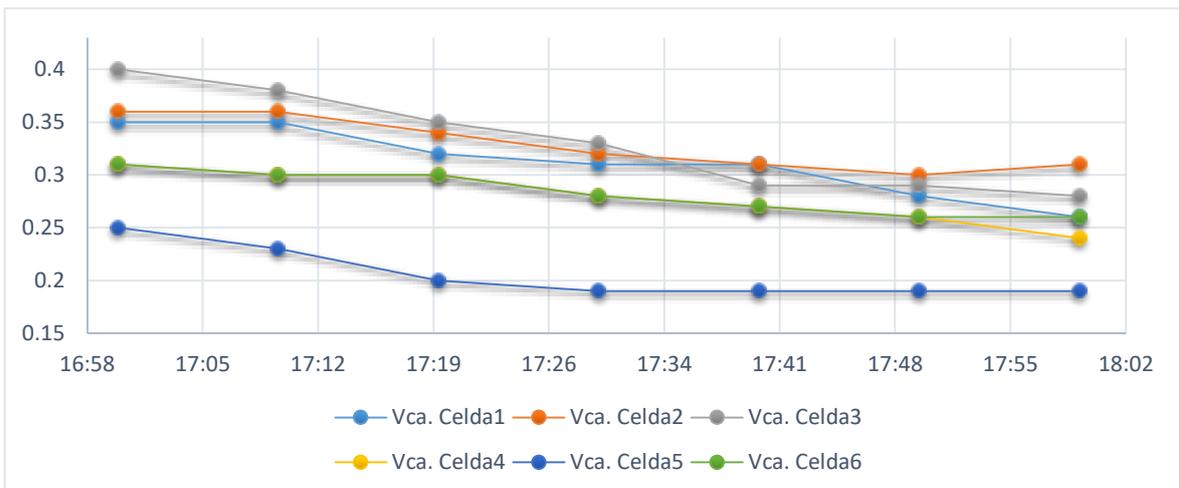
El punto más alto se registró de 0.47 V y el más bajo de 0.37 V

GRÁFICO 22: 16 pm de la Mora



El punto más alto se registró de 0.44 V y el más bajo de 0.27 V

GRÁFICO 23: 17 pm de la Mora



El punto más alto se registró de 0.40 V y el más bajo de 0.19 V

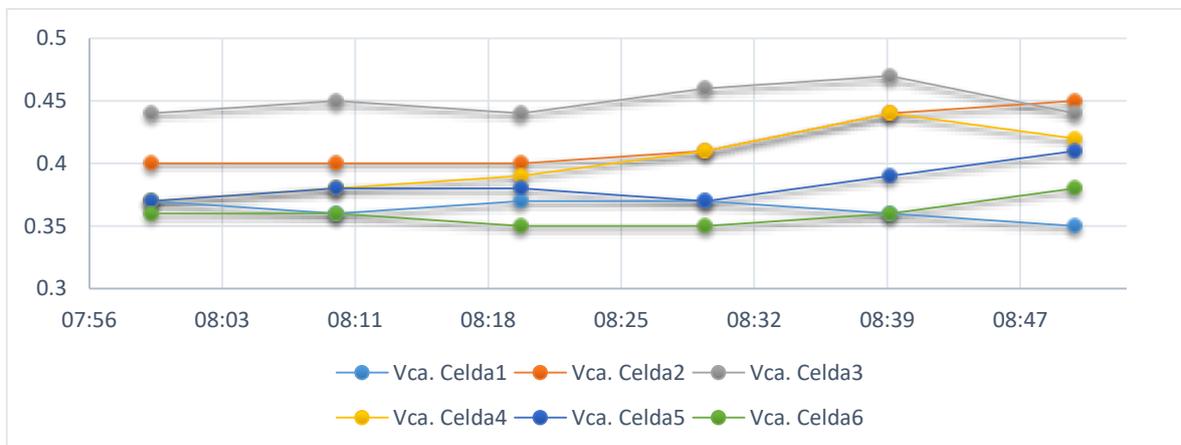
TABLA 35: Se muestra los resultados de las celdas del zapallo que se obtuvo al registrar los datos de voltaje del circuito abierto, en función del día

HORA	Vca. Celda1	Vca. Celda2	Vca. Celda3	Vca. Celda4	Vca. Celda5	Vca. Celda6
08:00	0.37	0.4	0.44	0.37	0.37	0.36
08:10	0.36	0.4	0.45	0.38	0.38	0.36
08:20	0.37	0.4	0.44	0.39	0.38	0.35
08:30	0.37	0.41	0.46	0.41	0.37	0.35
08:40	0.36	0.44	0.47	0.44	0.39	0.36
08:50	0.35	0.45	0.44	0.42	0.41	0.38
09:00	0.37	0.47	0.45	0.39	0.43	0.39
09:10	0.37	0.48	0.43	0.38	0.44	0.39
09:20	0.38	0.47	0.45	0.37	0.45	0.41
09:30	0.4	0.48	0.47	0.38	0.46	0.43
09:40	0.42	0.46	0.45	0.4	0.45	0.46
09:50	0.42	0.47	0.45	0.42	0.45	0.45
10:00	0.44	0.48	0.47	0.44	0.45	0.46
10:10	0.43	0.48	0.47	0.45	0.45	0.46
10:20	0.44	0.47	0.47	0.47	0.46	0.48
10:30	0.44	0.48	0.47	0.47	0.47	0.48
10:40	0.43	0.46	0.48	0.45	0.45	0.46
10:50	0.43	0.46	0.47	0.46	0.46	0.46
11:00	0.44	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
11:10	0.45	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
11:20	0.46	0.47	0.47	0.47	0.48	0.47
11:30	0.45	0.46	0.47	0.48	0.47	0.46
11:40	0.46	0.46	0.47	0.47	0.46	0.48
11:50	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.47
12:00	0.48	0.47	0.48	0.47	0.47	0.47
12:10	0.47	0.47	0.48	0.48	0.47	0.47
12:20	0.48	0.46	0.49	0.48	0.46	0.46
12:30	0.46	0.46	0.48	0.47	0.46	0.46
12:40	0.44	0.45	0.49	0.47	0.47	0.46
12:50	0.44	0.46	0.49	0.47	0.47	0.46
13:00	0.45	0.46	0.48	0.46	0.46	0.47
13:10	0.43	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47
13:20	0.42	0.46	0.48	0.46	0.47	0.46
13:30	0.42	0.46	0.47	0.47	0.46	0.46
13:40	0.43	0.46	0.46	0.48	0.46	0.46

13:50	0.4	0.45	0.46	0.48	0.46	0.45
14:00	0.42	0.46	0.46	0.48	0.46	0.46
14:10	0.41	0.45	0.47	0.46	0.46	0.45
14:20	0.42	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
14:30	0.4	0.45	0.45	0.46	0.45	0.45
14:40	0.4	0.44	0.47	0.43	0.43	0.43
14:50	0.41	0.44	0.45	0.45	0.44	0.43
15:00	0.39	0.46	0.46	0.44	0.42	0.41
15:10	0.39	0.46	0.44	0.45	0.43	0.39
15:20	0.39	0.46	0.45	0.43	0.42	0.39
15:30	0.4	0.45	0.47	0.41	0.42	0.4
15:40	0.4	0.45	0.45	0.4	0.4	0.4
15:50	0.38	0.44	0.45	0.43	0.39	0.38
16:00	0.4	0.45	0.44	0.4	0.39	0.38
16:10	0.42	0.45	0.43	0.38	0.37	0.37
16:20	0.4	0.44	0.44	0.36	0.35	0.35
16:30	0.38	0.44	0.44	0.33	0.33	0.31
16:40	0.37	0.43	0.43	0.33	0.3	0.29
16:50	0.37	0.42	0.42	0.3	0.28	0.3
17:00	0.36	0.4	0.4	0.31	0.28	0.29
17:10	0.35	0.37	0.38	0.3	0.25	0.29
17:20	0.33	0.38	0.35	0.3	0.24	0.3
17:30	0.31	0.34	0.33	0.28	0.22	0.28
17:40	0.31	0.32	0.29	0.27	0.2	0.27
17:50	0.28	0.3	0.29	0.25	0.2	0.26
18:00	0.25	0.28	0.29	0.24	0.2	0.23

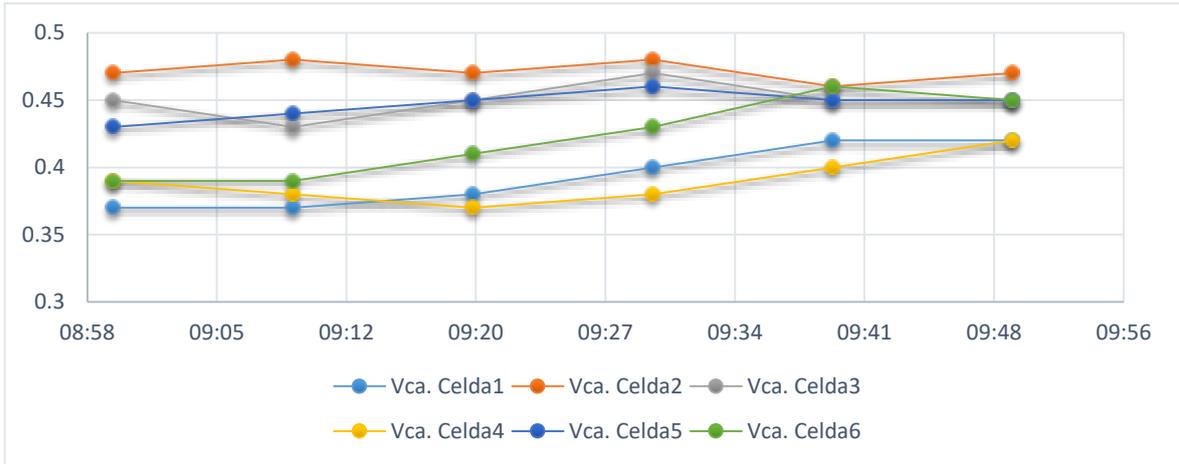
Fuente: elaborado propia

GRÁFICO 24: 8 am de la Zapallo



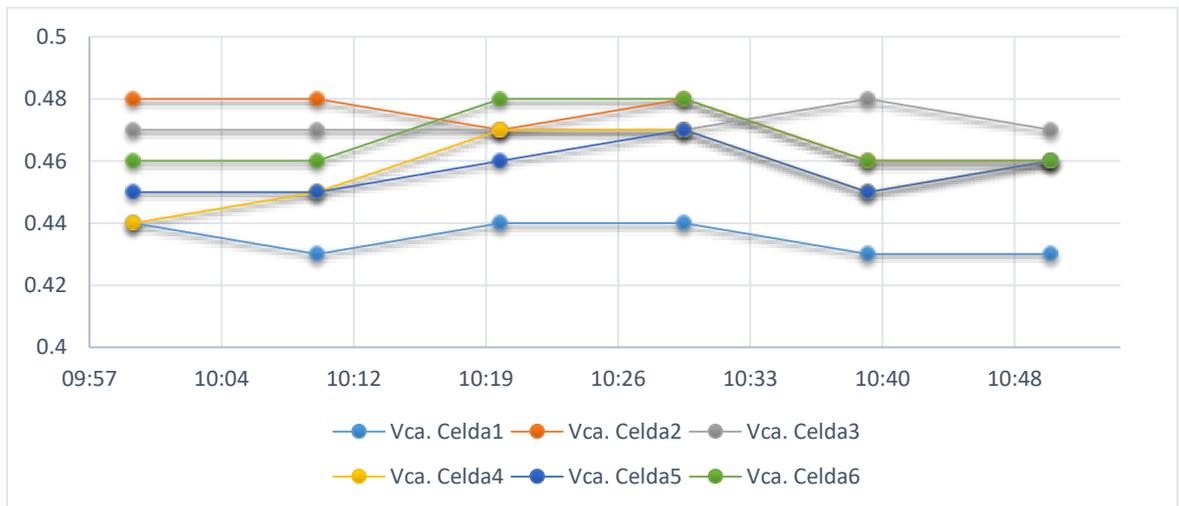
El punto más alto se registró de 0.45 V y el más bajo de 0.35 V

GRÁFICO 25: 9 am del Zapallo



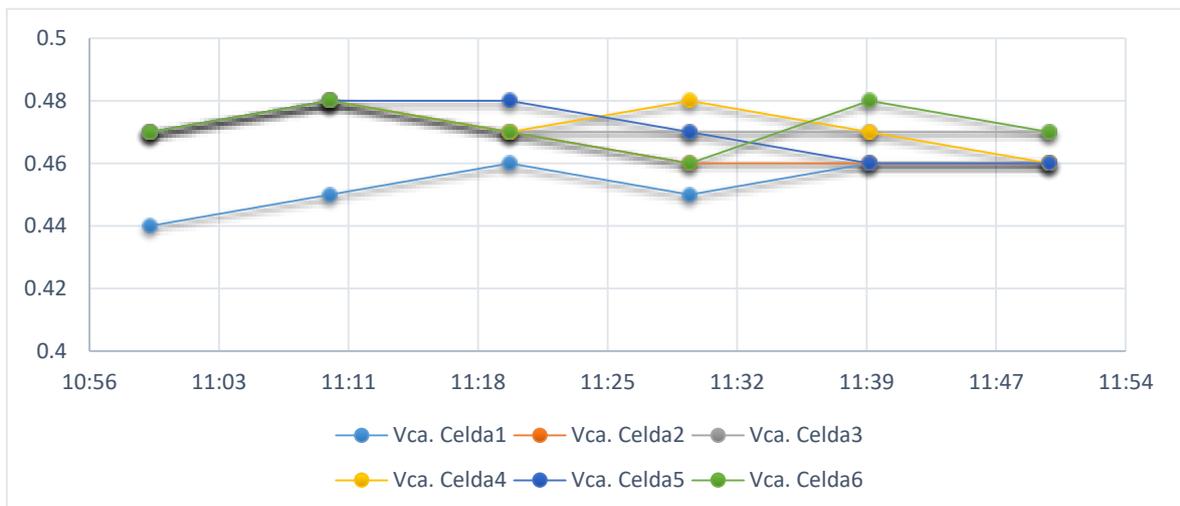
El punto más alto se registró de 0.47 V y el más bajo de 0.37 V

GRÁFICO 26: 10 am de la Zapallo



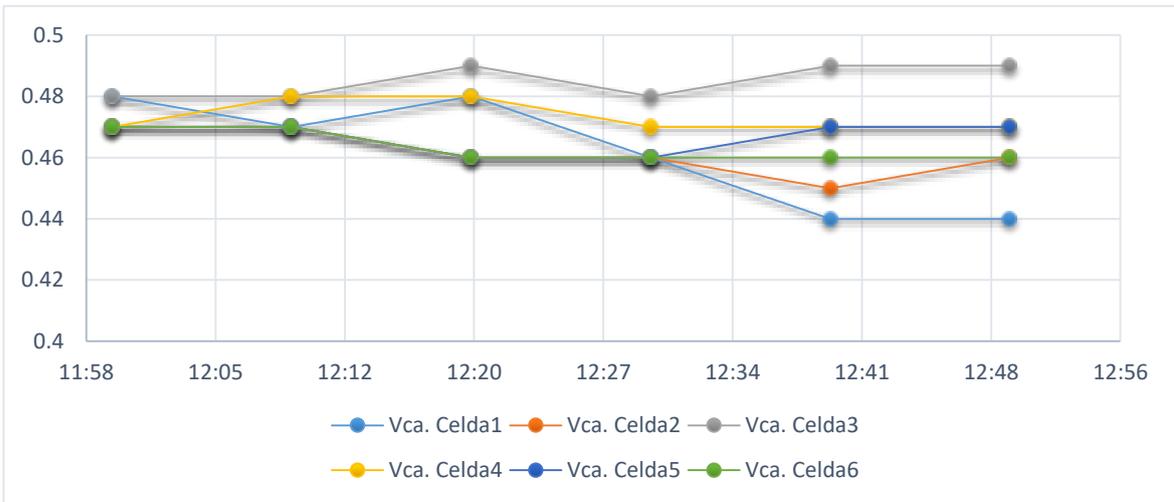
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.43 V

GRÁFICO 27: 11 am de la Zapallo



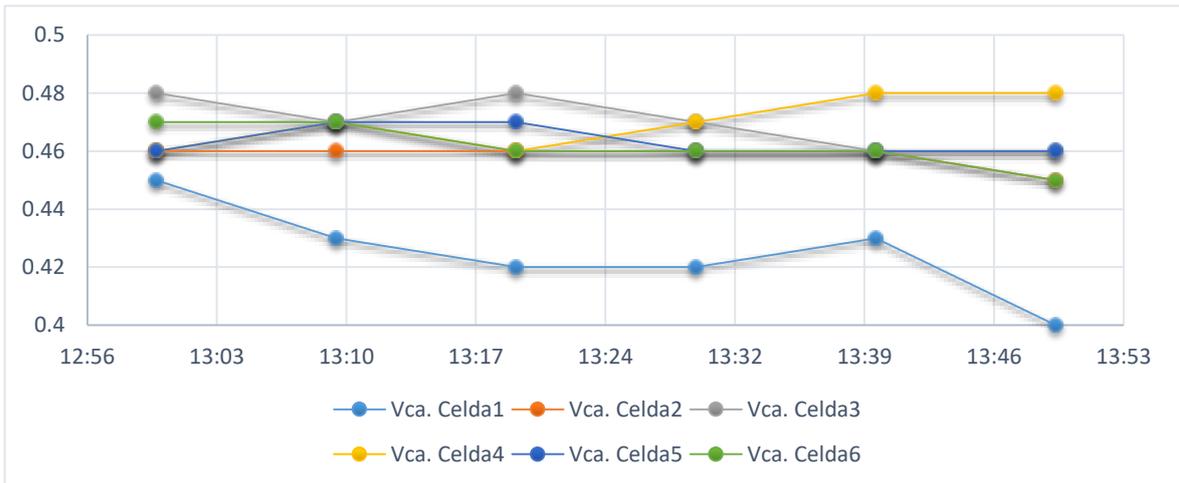
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.45 V

GRÁFICO 28: 12 pm de la Zapallo



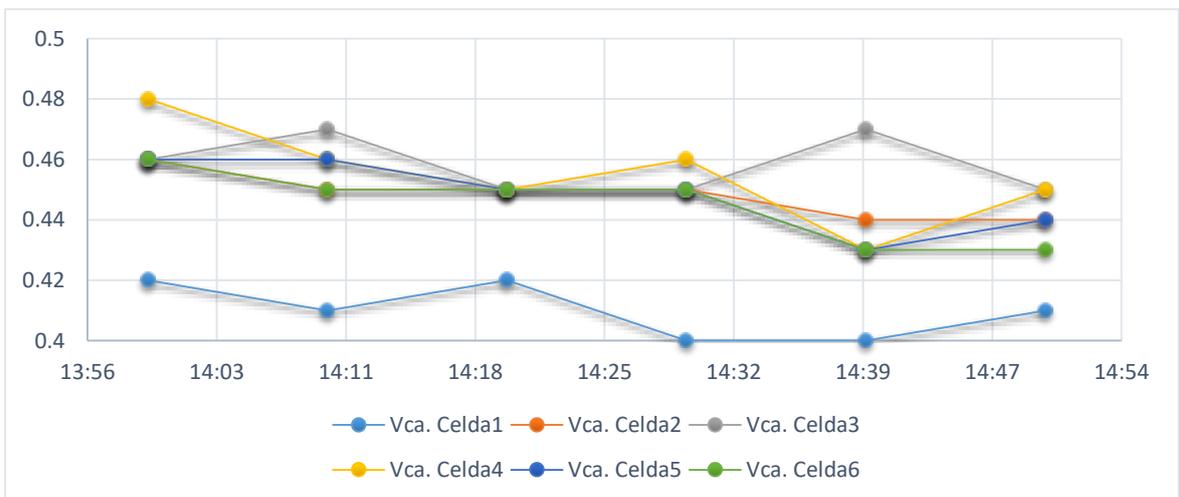
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.44 V

GRÁFICO 29: 13 pm de la Zapallo



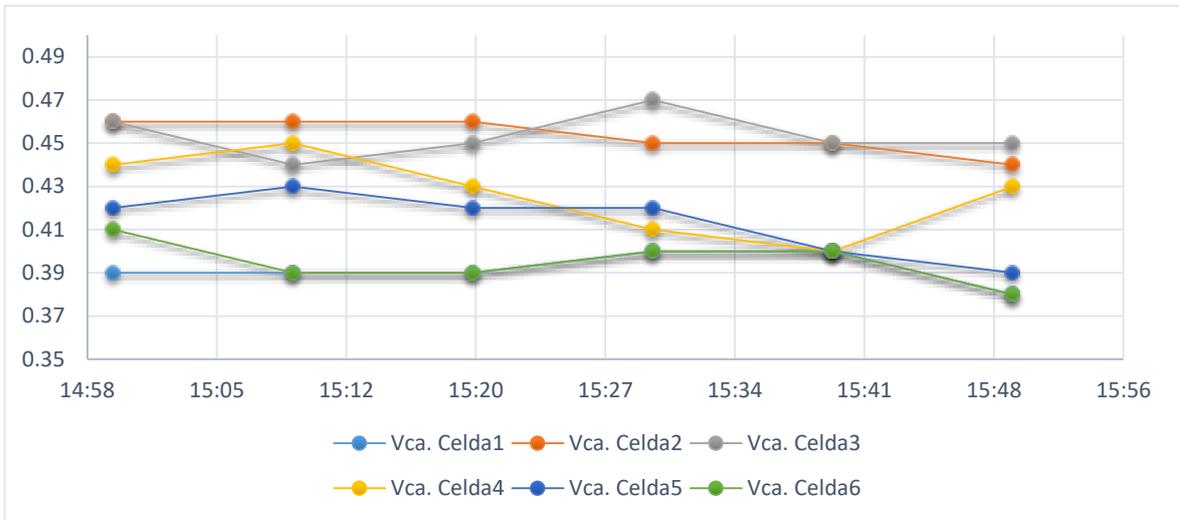
El punto más alto se registró de 0.48 V y el más bajo de 0.40 V

GRÁFICO 30: 14 pm de la Zapallo



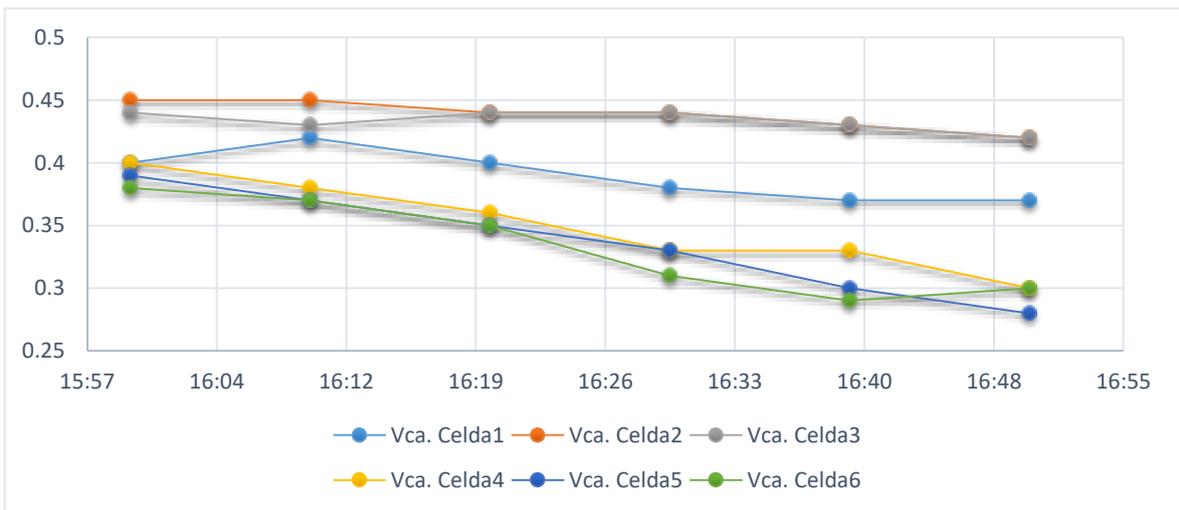
El punto más alto se registró de 0.47 V y el más bajo de 0.40 V

GRÁFICO 31: 15 pm de la Zapallo



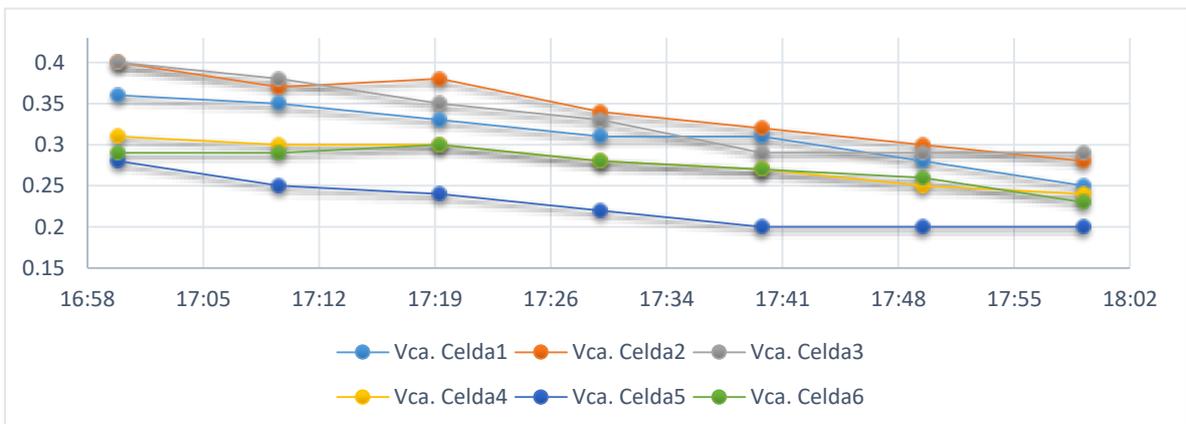
El punto más alto se registró de 0.47 V y el más bajo de 0.38 V

GRÁFICO 32: 16 pm de la Zapallo



El punto más alto se registró de 0.45 V y el más bajo de 0.28 V.

GRÁFICO 33: 17 pm de la Zapallo



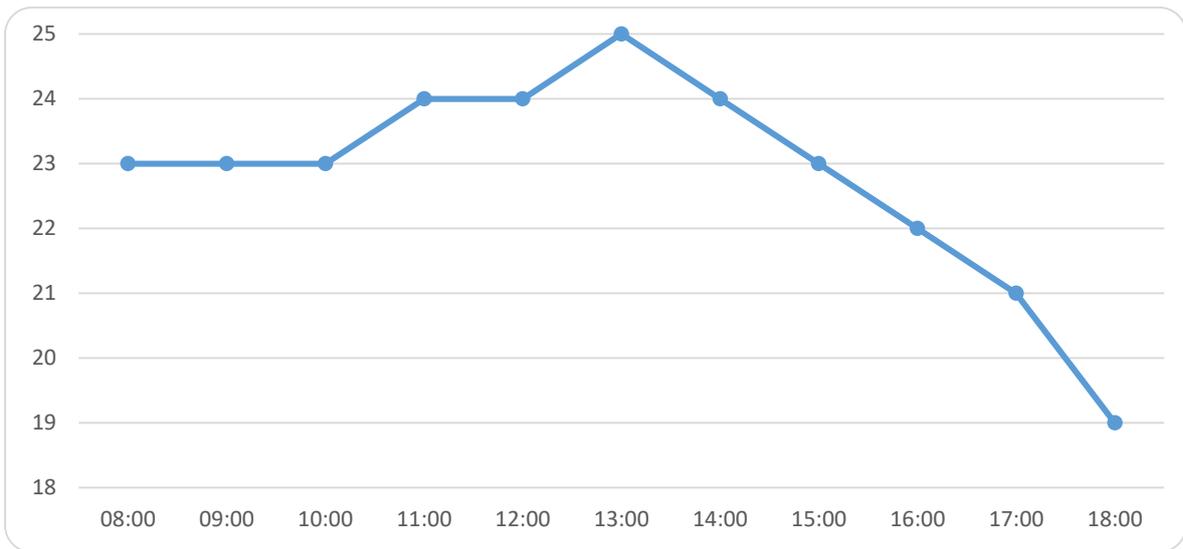
El punto más alto se registró de 0.40 V y el más bajo de 0.20 V

TABLA 36: En función del día, se mide la temperatura.

HORA	C°	Viento	Precipitación	Nubes	Prob.tormentas	Humedad relativa	Presión
8:00	23°	10km/h	0,0 mm	70%	0%	70%	1013hPa
9:00	23°	10km/h	0,0 mm	75%	0%	68%	1013hPa
10:00	23°	10 km/h	0,0 mm	80%	0%	67%	1013hPa
11:00	24°	11km/H	0,0 mm	69%	0%	64%	1013hPa
12:00	24°	12km/h	0,0 mm	58%	0%	62%	1012hPa
13:00	25°	13 km/h	0,0 mm	47%	0%	60%	1012hPa
14:00	24°	13km/h	0,0 mm	60%	0%	63%	1012hPa
15:00	23°	12km/h	0,0 mm	73%	0%	66%	1011hPa
16:00	22°	12km/h	0,0 mm	86%	0%	68%	1011hPa
17:00	21°	10km/h	0,0 mm	89%	0%	72%	1011hPa
18:00	19°	7km/h	0,0 mm	91%	0%	76%	1013hPa

Fuente: El Tiempo

GRÁFICO 34: La Temperatura en función del día



El punto más alto de temperatura se registró de 25 C° a las 13:00 .

Los resultados obtenidos nos muestra que los valores más altos del voltaje del circuito en las celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora, se obtuvieron con los niveles de temperatura entre 23°C y 25°C en el transcurso del día (11h a 14h). Para el caso de las celdas solares sensibilizadas con el colorante del zapallo ocurrió lo mismo (23°C y 25°C a partir de las 11h a 14h del día), donde son las horas que se presento con mayor radiación solar.

IV. DISCUSIÓN

Según Valles (2017) en “Optimización del tiempo de adsorción de pigmentos naturales fotosensibles sobre Dióxido De Titanio (TiO_2) para incrementar la eficiencia de Celdas Solares Orgánicas”, cuyo objetivo principal fue “Determinar el tiempo óptimo de adsorción del pigmento natural sobre el semiconductor TiO_2 para una mayor eficiencia de la celda solar sensibilizada por colorante (DSSC)”, se utilizó plantas como: *Baccharis latifolia* “Chilca”, *Gladiolushortulanus* “Palma”; presentando 0,43 V y 0,50 V respectivamente, en cambio en nuestra investigación se utilizó los colorantes de la mora *Rubus glaucus* y el zapallo *Cucurbita máxima* en donde cada celda solar nos mostró datos de 0,26 V a 0,45 V en el transcurso del día.

Según Cabrera (2016) en Celdas solares sensibilizadas con colorantes fotosensibles obtenidos de plantas de la región de Ecuador, cuyo objetivo de esta investigación fue la Optimización del proceso de extracción del colorante para cada tipo de especie del estudio sus datos de la medición de la absorbancia fueron 512, 515 y 534 nm, de la misma manera fue medida en este trabajo de investigación donde los datos proporcionados por el espectrofotómetro fueron de 400,500, 600 y 750nm que corresponde al rango de los antocianinas y es aceptable para la absorción de luz.

Las celdas solares que se utilizó en este estudio fueron construidas utilizando celdas solares de Silicio que muestran ser de bajo costo y de buena eficiencia, por otro lado Galicia (2016) realizó la fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas de nano partículas de TiO_2 modificadas con NiO, cuyo objetivo de su investigación fue contribuir en el desarrollo de nuevas energías para en un futuro abastecer las necesidades de la población, en el caso de este autor el costo de los insumos es de mucho mayor.

El silicio brinda una buena eficiencia para el transporte de energía, es por eso que se usó el silicio en la celda solar de este estudio para el colorante de la mora y el zapallo, así como Cerda (2015) en su Modelo de celdas sensibilizadas por colorante, cuyo objetivo de la investigación fue Desarrollar módulos de celdas solares de silicio y sensibilizadas por colorante, se realizó un módulo de silicio con una eficiencia de 3.78 % y un módulo de celda solar sensibilizada, logramos aumentar la absorbancia de los sustratos FTO en comparación con realizar un sustrato FTO solo con dióxido de titanio. La celda solar con la que obtuvimos la mejor eficiencia ha sido con la de zanahoria.

Se construyó un panel de 12 celdas solares en donde 6 celdas son de mora (*Rubus glaucus*) y 6 celdas de zapallo (*Cucurbita máxima*) eso se realizó con el fin de generar energía lo suficiente para ser usado como cargador, pero cada celda genera 0.35V en un día no tan soleado a 0.45V en una hora de mucha energía solar, la mora resultó ser más eficiente en el tiempo donde el sol no está radiante por ser de la familia de antocianinas así como Mamani (2014) en su trabajo de Investigación Generación de energía eléctrica mediante celdas foto electroquímicas sensibilizadas con plateado electrolítico a nivel laboratorio, a energía eléctrica se generó usando un panel fotovoltaico constituido por celdas foto electroquímicas, la eficiencia encontrada fue de 0.26% en la cual es apta para el uso en procesos de plateado electrolítico, a nivel de laboratorio. El colorante que obtuvo una mejor adsorción fue el maíz morado, su voltaje fue alto con un 0.785 V, su concentración de antocianinas es de 9.88 mg/g.

V. CONCLUSIONES

1. Se llegó a la evaluación completa demostrando paso a paso como las celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (*Rubus Glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita máxima*) son capaces de generar energía eléctrica, demostrando a través del voltímetro las cantidades de energía que cada celda solar llegó a emitir en un tiempo de 8hrs a 18hrs del día, llegando a emitir en un rango de 4V a 6V utilizando 12 celdas solares sensibilizadas con colorantes naturales.
2. La eficiencia de la mora y el zapallo tienden a ser casi iguales, es decir la diferencia entre ellos en un tiempo del día son de 0.1v, es decir, si alas 9am la celda de la mora nos muestra 0.38v, la celda de zapallo nos muestra 0.39v, y en ocasiones la misma cantidad de voltios, así simultáneamente, eso es debido a que la mora como el zapallo tienen las características similares de absorber y transferir energía.
3. La medición de la absorbancia es muy importante para poder conocer con que cantidad se va a trabajar ya que la absorbancia requerida fue de 400-500 nm, a partir de ese dato se llegó a seleccionar 6 celdas utilizando esa cantidad en gramos, para luego elaborar una **TABLA** de 12 celdas (6 celdas de mora y 6 celdas de zapallo).
4. La **TABLA** de celdas nos demostró que a partir de sustratos naturales se puede generar energía eléctrica, que no es necesario usar otras fuentes que lleguen a ser costosos o incluso generar impactos negativos al medio ambiente, sino que hay técnicas o herramientas limpias que son beneficiosas para el uso diario, como en el caso del celular que se demostró que se puede cargar usando la **TABLA** de celdas sensibilizadas por colorantes de la mora (*Rubus glaucus*) y el zapallo (*Cucurbita máxima*).

VI. RECOMENDACIONES

- Usar colorantes naturales provenientes de especies vegetales como complemento para mejorar la eficiencia en la captación de la energía renovable (solar) y transformarla en energía eléctrica para reducir la alta demanda que genera el calentamiento global.
- Continuar con las investigaciones de las Celdas Sensibilizadas con colorantes naturales de la mora (*Rubus glaucus*) y zapallo (*Cucurbita maxima*) de Tipo Michael Gratzel para la obtención de energía eléctrica, con otros coagulantes naturales ya que estos coagulantes son amigables con el ambiente e inocuas para la salud humana. y además no alteran al medio, permitiendo una mayor eficiencia en la captación de energía solar.
- La aplicación de los colorantes vegetales en las celdas solares es de fácil acceso y bajo costo puede ser utilizado de manera casera con resultados favorables.
- Es necesario portar los equipos de seguridad de laboratorio (guantes, mascarilla, lentes de protección y bata) para poder elaborar el electrodo y el Contraelectrodo, ya que son tóxicos pueden causar daños para la salud.
- Es recomendable seguir los pasos de la metodología para una buena impregnación de los colorantes en los sustratos para la formación de las capas de las celdas sensibilizadas.

REFERENCIAS

- ANGULO Machiavello, RAMIRO (2017). Diario uno. *Diario uno*. [En línea] Diario uno, agosto de 2017. [Citado el: 18 de 10 de 2018.]
<http://diariouno.pe/el-problema-de-la-electricidad-en-el-movido-mercado-peruano/>.
- ARENCIBIA CARBALLO, GUSTAVO. (2016) *La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica.* 9, s.l. : Revista Electrónica de Veterinaria,, Septiembre de 2016, Vol. 17.
- ASCHENBRENNER, PAULA. (2017). *Estudio de tintes nativos en aplicaciones de células solares.* 20, bogota : s.n., 2017, Vol. 15.
ISSN 1900-6586.
- BEJARANO, VICTORIA. (2016). scielo. *estudio de colorantes*. [En línea] agosto de 2016. [Citado el: 03 de julio de 2019.]
<http://scielo.com.pe>.
- BEMBIBRE, CECILIA. (2011). scielo. *balanza electronica*. [En línea] enero de 2011. [Citado el: 02 de julio de 2019.]
<https://www.scielo.com/tecnologia/balanza-electronica.php>.
- CABRERA B, MARCELA. (2014). scielo. *colorantes fotosensibles*. [En línea] 18 de agosto de 2014. [Citado el: 03 de julio de 2019.] <http://scielo.com.pe>.
- CABRERA BEJARANO, MARCELA. (2014). scielo. *estudio de colorantes fotosensibles*. [En línea] agosto de 2014.
https://scielo.com.pe/scielo?hl=esYas_sdt=0%2c5Yas_vis=1yq=rubus.
- CABRERA. (2015). scielo. *colorantes* . [En línea] 3 de agosto de 2015. [Citado el: 03 de julio de 2019.]
<http://scielo.fotosensibilizadores.com.pe>.
- CABRERA, MARCELA. (2016) *QUIMICA NOVA.* 1, San cayetano alto : química nova, 2016, Vol. XY.
- CABRERA, MARCELA, et al (2016). ResearchGate. *ResearchGate*. [En línea] 27 de 06 de 2016. [Citado el: 15 de 10 de 2018.]
file:///C:/Users/Max/Downloads/Celdas_solares_sensibilizadas_con_colorantes.pdf.
- CAHUANA QUISPE, VICTOR DAMIÁN. (2017). Cybertesis. *Repositorio Institucional*. [En línea] 2017. [Citado el: 15 de Octubre de 2018.] <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5731>.
- CANTILLO CIAU, ZULEMA OSIRIS. (2015) *Revista de facultad de química de la UADY.* 1, Yucatan : Química´al, 2015, Vol. 1.
- CARBÓ VELA, P. C. Y ROCHA RANCEL, E. (2012). *Investigación y ciencia.* s.l. : 20, 2012.

CARBÓ VELA, PABLO CESAR Y ROCHA RANGEL, ENRIQUE. (2012). *Proceso electroquímico en celdas solares con un colorante natural*. Aguascaliente : Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascaliente, 2012, Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascaliente, pág. 3.

CERDA ROJA, BAYRON. (2005). Universidad de Concepción. *Universidad de Concepción*. [En línea] 2005. [Citado el: 17 de 10 de 2018.]

file:///C:/Users/Max/Downloads/Tesis_Modulos_de_celdas_solares_sensibilizadas_por_color_ante.Image.Marked.pdf.

CERDA ROJAS, BAYRON NATH. (2015). Researchgate. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de 10 de 2018.]

https://www.researchgate.net/publication/318760255_Modulos_de_celdas_solares_sensibilizadas_por_colorante.

CRUZ BORDA WILLY. (2016). Cybertesis. *Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería*. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de octubre de 2018.]

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4893>.

CUEVA, JUAN PERCY ROJAS. (2014). *EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS PELÍCULAS DE DIÓXIDO DE ZIRCONIO CON DIÓXIDO DE TITANIO PARA LA ELABORACIÓN DE CELDAS SOLARES*. Tingo Maria - Perú : s.n., 2014.

DIAZ ACOSTA, CRISTIAN MOISES. (2014). Cideteq. *cideteq*. [En línea] diciembre de 2014.

[Citado el: 16 de octubre de 2018.]

<https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/122/1/Preparaci%C3%B3n%20de%20foto%C3%A1nodos%20para%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20celdas%20solares%20Gr%C3%A4tzel%20empleando%20placas%20de%20Ti%20grado%20industrial%20recubiertas%20con%2>

DIAZ REAL, JESUS ADRIAN. (2012). Cideteq Repositorio. *Cideteq Repositorio*. [En línea] septiembre de 2012. [Citado el: 16 de octubre de 2018.]

<https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/309/1/Construcci%C3%B3n%20de%20una%20celda%20solar%20tipo%20Gratzel%20empleando%20electrodos%20de%20TiO2%20nanoparticulado%20entintados%20con%20extracto%20de%20fruto%20de%20garambullo%20%28M>.

DOUROJEANNI, Marc . (2011). Sector electricidad. [En línea] 2 de noviembre de 2011. [Citado el: 18 de 10 de 2018.]

<http://www.sectorelectricidad.com/1083/debate-impacto-ambiental-de-las-hidroelectricas-en-la-amazonia-peruana>.

ECURED. S.F. (2016) Generación de energía eléctrica. [En línea] S.F. [Citado el: 13 de 11 de 2018.] https://www.ecured.cu/Generaci%C3%B3n_de_Energ%C3%ADa_El%C3%A9ctrica.

- ELECTRICIDAD.GRATUITA, (2016). El Código Fotovoltaico. [En línea] 2016. <https://www.electricidad-gratuita.com/El-codigo-fotovoltaico.html>.
- ENERGIA, SECRETARIA DE. (2014). *Energías Renovables - Energía Biomasa*. Av. Paseo Colón 171 Capital Federal Argentina : s.n., 2014.
- FISHER, RONALD AYLNER. (1925). Anova un factor y Krustal - Wallis. [En línea] 1925. [Citado el: 3 de 12 de 2018.] https://previa.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58109/teoria/anova_un_factor-lectura.pdf.
- FLOTA ROBLEDO, ANDREA GUADALUPE. (2015). UNICACH. *UNICACH*. [En línea] Junio de 2015. [Citado el: 15 de octubre de 2018.] <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/192/1/MCDS%20621.31244%20F56E%202015.pdf>.
- GARCIA, RANDDY MIKHAIL MURGA. (2019). *Sistema de adquisición de datos inalámbrico para medición de características i-v de celdas solares y determinación de parámetros en sistemas fotovoltaicos*. Mexico. : Universidad Autonoma de los estados de Cuernavaca, , 2019.
- GRANDERSON., AINKA A. (2014). *Climate Risk Management* . 55-64, s.l. : Making sense of climate change risks and responses at the community level: A cultural-political lens. , 2014, Vol. 3.
- GALICIA TORALVA, MARIA VICTORIA. (2016). Cybertesis. *Repositorio Institucional*. [En línea] 08 de 09 de 2016. [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4628?mode=full>.
- GALICIA TORALVA, MARIA. (2016). *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 1, Lima : scielo, 2016, Vol. 82.
- GALLEGOS JUAN CARLOS, ET AL. (2018). *Impedancia electroquímica de celdas fotovoltaicas orgánicas optimizadas (electrochemical impedance of optimized organic photovoltaic panels)*. 2018. Vol. 40.
- GARDEY, ANA. (2008). Definición.de. *Definición.de*. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de 10 de 2018.] <https://definición.de/energía-eléctrica/>.
- GONZALES, MONICA. (2015). La Guía. *Electrolito*. [En línea] 04 de 11 de 2015. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <https://química.laguia2000.com/elementos-químicos/electrolito>.
- GRATZEL, MICHAEL. (2006). Universidad de guanajuato. *Universidad de guanajuato*. [En línea] 2006. [Citado el: 17 de 10 de 2018.] <http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/12/celdas.htm>.
- GREENPEACE. S.f. SOLARIZATE. [En línea] S.f. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/ficha11.pdf>.

- HARRIS, DANIEL C. (2006). *Análisis Químico Cuantitativo*. 2006. Tercera edición.
- HUAMAN AGUIRRE, ARNOLD ANTHONY. (2016). *Cybertesis*. *Repositorio Institucional*. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4891>.
- HUERTA MASCOTTE, EDUARDO, et al. (2016). *Estudio de las características de una celda fotovoltaica para el uso eficiente de la energía solar*. Guanajuato : s.n., 2016. págs. 30-34. Vol. 26.
- ILUMINET (2016) *¿Como funcionan las celdas fotovoltaicas?*.2016.
- INEI. (2018). En el cuarto trimestre del 2017, se crearon 29,058 empresas en la provincia de Lima que representó el 42.4% del total. *Perú tiene 2.30 millones de empresas registradas, ¿cuántas se crearon al cierre del 2017?* 2018.
- INSS. (2015). QuimiNet. [En línea] 30 de 01 de 2015. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <https://www.quiminet.com/articulos/para-que-se-usa-el-dióxido-de-titanio-5346.htm>.
- JULIAN , PEREZ PORTO Y MARIA, MERINO. (2011). Definicion.de. [En línea] 2011. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <https://definición.de/energía-solar/>.
- KARLSSON KARL, MARTIN. (2015). scielo. *Digitala Vetenskapliga Arkivet*. [En línea] 05 de 05 de 2015. [Citado el: 23 de 10 de 2019.] <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A413894&dswid=trygoogleS1900-6586201700020027100011>.
- LA ROSA LA ROSA, DORIS. (2014). scielo. *mortero* . [En línea] 05 de marzo de 2014. [Citado el: 02 de julio de 2019.] <http://scielo.com/2013/06/mortero.html>.
- LEMUS, JESÚS ARTURO REYES. (2014). *Colorantes orgánicos de origen natural utilizados como sensibilizadores de celdas solares*. Bogotá, Colombia : s.n., 2014.
- LOPEZ, ALCIDES. (2014). ALICIA. *ALICIA*. [En línea] 2014. [Citado el: 16 de 10 de 2018.] http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IPEN_8f4982800fc5ef9db7e2b6df4eee0d02/Description#tabnav.
- LUDIN., NORASIKIN A. (2014) *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.. 386-396, s.l. : Review on the development of natural dye photosensitizer for dye-sensitized solar cells, 2014, Vol. 31.
- LUQUE, A. Y HEGEDUS, S. (2003). celdas solares. [En línea] 2003. [Citado el: 11 de 12 de 2018.] <https://www.twirpx.com/file/854407/>.
- MAMANI PILCO, MÓNICA MERCEDES Y MENDOZA RODRIGUEZ, JANETH JAQUELINE. (2014). UNCP. *UNCP*. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1493/M%C3%B3nica%20Mamani-Janeth%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- MANCO ZACONETTI , JORGE. (2017). Diario uno. *Diario uno*. [En línea] 11 de agosto de 2017. [Citado el: 18 de 10 de 2018.] <http://diariouno.pe/el-problema-de-la-electricidad-en-el-movido-mercado-peruano/>.
- MARTINEZ ROJAS, VANESSA CELIA. (2016). CONSYTEC. *TESIS - MARTINEZ ROJAS*. [En línea] 14 de NOVIEMBRE de 2016. [Citado el: 15 de OCTUBRE de 2018.] <http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/246/1/Tesis%20-%20Martinez%20Rojas%20Vanessa%20Celia.pdf>.
- MARTÍNEZ, VANESSA. (2016). 3, Lima : ISSN 1810-634X, 2016, Vol. 82.
- MARTINEZ, VANESSA. (2016). scielo. *celdas solares*. [En línea] 06 de 08 de 2016. [Citado el: 02 de 07 de 2019.] <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a08v82n3.pdf>.
- MEZA., HEYNLER ACEVEDO. (2017) *Estrategias de control mppt aplicadas en un convertidor dc/dc tipo boost para sistemas fotovoltaicos* .. Colombia : Departamento de Electricidad y Electrónica, Cúcuta, Norte de Santander, 2017.
- MORENO, ANA. (2012). RPP noticias. [En línea] 5 de septiembre de 2012. [Citado el: 18 de 10 de 2018.] <https://rpp.pe/peru/actualidad/tres-millones-de-personas-aun-carecen-de-energía-electrica-en-peru-noticia-518940> .
- NAZARIO, RUSSELL. (2015). 2, Lima : Scielo, 2015, Vol. 81.
- NAUPA, ALEXANDER. (2011). scielo. *CELDAS SOLARES DE OXIDO DE TITANIO COMERCIAL*. [En línea] 19 de 11 de 2011. [Citado el: 24 de 05 de 2019.] <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/6.CELDAS-SOLARES-DE-ÓXIDO-DE-TITANIO-COMERCIAL.pdf>.
- NAUPA, ALEXANDER Y QUINTANA, MARIA. (2016). Scielo. *XVIII simposio de energía solar y del ambiente*. [En línea] 19 de 11 de 2016. [Citado el: 23 de 11 de 2019.] <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/6.CELDAS-SOLARES-DE-ÓXIDO-DE-TITANIO-COMERCIAL.pdf>.
- NAZARIO TICSE, RUSSEL. (2014). Cybertesis. *Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería*. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de octubre de 2018.] <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4534>.
- PARISI M. (2014). CELDAS SOLARES. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de 11 de 2018.] http://caracol.com.co/radio/2014/03/17/salud/1395056400_132385.html.
- PARK K. (2018). PARK. [En línea] 2018. [Citado el:] http://caracol.com.co/radio/2014/03/17/salud/1395056400_132385.html.
- PÉREZ MARTÍNEZ,. (2017). La Habana, Cuba : The hour equivalent solar pick, definition and interpretation Ingeniería Energética, 2017. págs. 124-131. Vol. XXXVIII.

PORTO, PÉREZ. (2008). Definición.de. *Definición.de*. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de 10 de 2018.] <https://definición.de/energía-eléctrica/>.

QUIM. NOVA. MADRIZ, L., Y OTROS. (2014). 37,226, 2014.

QUINTANA, MARIA. (2015). scielo. *CELDA SOLARES DE ÓXIDO DE TITANIO COMERCIAL*. [En línea] 19 de 11 de 2015. [Citado el: 24 de 05 de 2019.] <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/6.CELDAS-SOLARES-DE-ÓXIDO-DE-TITANIO-COMERCIAL.pdf>.

RANA D. (2012). DSCC. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de 11 de 2018.] http://caracol.com.co/radio/2014/03/17/salud/1395056400_132385.html.

REPOSITORIO UNAL (2014) Extracción y secado por atomización del colorante de mora castilla (*Rubus Glaucus*). [En línea] septiembre de 2014. <<http://www.bdigital.unal.edu.co/3330/1/mariaolgamderobayo.2000.pdf>>.

REYES LEMUS, JESÚS ARTURO. (2014). bdigital. UNAL. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://bdigital.unal.edu.co/50614/1/jesusarturoreyeslemus.2014.pdf>.

REYES LEMUS, JESUS ARTURO. (2014). UNAL. [En línea] 2014. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <http://bdigital.unal.edu.co/50614/1/jesusarturoreyeslemus.2014.pdf>.

RODRÍGUEZ VALDEZ, LUZ MARIA. (2009). i.quimica.UNAM. *Revista facultad de Yucatain*. [En línea] 2009. [Citado el: 11 de 11 de 2018.] https://iquimica.unam.mx/quimicaal/wp-content/uploads/2017/06/Revista_Facultad_de_Yucata%20C3%ACnUADY-2016-002-DMM2503.pdf.

ROJAS CUEVA, JUAN PERCY. (2014). UNAS. UNAS. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/357/T.AMB-32.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ROMERO CRESPO, JANETH FERNANDA, FLORES PERALTA JONNATHAN. (2019). *Estudio e implementación de un sistema de micro generación solar fotovoltaico para autoconsumo (caso de estudio considerando la regulación Nro. ARCONEL 003/18)*". Cuenca, Ecuador : s.n., 2019.

ROMERO, JACOBO. (2015). *Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y su utilización en las regiones de la costa y sierra del Ecuador. Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró*. Barcelona : s.n., 2015.

ROSALES MAMANI, JUAN. (2016). scielo. *matraz de erlenmeyer*. [En línea] 6 de junio de 2016. [Citado el: 2 de julio de 2019.] <https://www.scielo.com/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-químico/matraz-erlenmeyer.html>.

SANCHÉZ BOJORGE, NORA AYDEE. (2009). i.quimica UNAM. *Revista facultad de Yucatain*. [En línea] 2009. [Citado el: 11 de 11 de 2018.] https://iquimica.unam.mx/quimicaal/wp-content/uploads/2017/06/Revista_Facultad_de_Yucata%C3%ACnUADY-2016-002-DMM2503.pdf.

SANCHEZ DE ARMAS, ROCIO. (2010). Tesis Universidad de Sevilla. *Tesis Universidad de Sevilla*. [En línea] 2010. [Citado el: 16 de 10 de 2018.] http://grupo.us.es/gfqm132/Tesis_rocio.pdf.

SOLARTE, MARÍA ELENA. (2005). *FOTOSÍNTESIS Y PIGMENTOS VEGETALES..* COLOMBIA : s.n., 2005.

VALLES, ERICK PATRICIO PÁEZ. (2017). Optimización del tiempo de adsorción de pigmentos naturales fotosensibles sobre dióxido de titanio (tio) para incrementar la eficiencia de celdas solares orgánicas. *repositorio digital Universidad Tecnica del Norte*. [En línea] abril de 2017. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8458>.

VICENTE MANZANO, CRISTINA. (2009). Telefonica fundacion. *Nanotecnologia*. [En línea] 3 de 11 de 2009. [Citado el: 12 de 11 de 2018.] <https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2009/11/03/el-oxido-de-zinc/>.

ZHOU, H., Y et al. (2011). *J. Photochem. Photobiol.* 219, 188, 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDADES
INDEPENDIENTE: Celdas solares sensibilizadas	Son aparatos que reciben la luz solar incidente y está la transforman en electricidad mediante un complejo sistema de transferencia de carga. (Rodríguez Valdez, 2009)	Las celdas solares se dividen en 4 elementos que ayudara en la operación, un fotón electrodo, mono capa de colorante, un electrolito y un Contraelectrodo platinado.	Características del colorante semiconductor	Cantidad del material	gr.
				Tipo de maceración	Dinámico
					estático
				Tipo de material	Fresco
			Absorbancia	seco	
			Construcción del Sistema	Capa de Colorante	Mora
					Zapallo
Masa del Colorante	gr.				
DEPENDIENTE: Generación de energía eléctrica	Su finalidad es capturar una fuente para transformar la energía, en química, mecánica, térmica o luminosa, etc., en energía eléctrica, mediante alternadores o generadores (ECURED, S.F)	El material (DSSC) absorbe la radiación electromagnética que mediante los semiconductores y un Contraelectrodo platinado se generara energía eléctrica.	Rendimiento de la energía de cada colorante (mora y zapallo).	Cantidad de voltios	mV
				Cantidad de Corriente	mA
				Resistencia eléctrica	ohm
			Uso de la Energía	Electrodomésticos	kWh

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Título: “Utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora (*Rubus Glaucus*) y zapallo (*Cucurbita Maxima*) para la generación de energía

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		MÉTODO
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es el efecto de celdas solares sensibilizadas con colorantes de mora y del zapallo influenciara para la generación de energía eléctrica?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICO: ¿De qué manera se calculará la energía generada a partir de los colorantes de la mora y del zapallo?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar la utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (<i>Rubus Glaucus</i>) y el zapallo (<i>Cucurbita Maxima</i>) para la generación de energía eléctrica.</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICO: Calcular la energía generada a partir de los colorantes de la mora (<i>Rubus Glaucus</i>) y el zapallo (<i>Cucurbita Maxima</i>)</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La utilización de celdas solares sensibilizadas con colorantes de la mora (<i>Rubus Glaucus</i>) y el zapallo (<i>Cucurbita Maxima</i>) tiene una influencia significativa para la generación de energía eléctrica.</p>	Celdas solares sensibilizadas		EXPLICATIVA
			Dimensión	Indicador	
			Características del colorante semiconductor	Cantidad del material	
				Tipo de maceración	
				Tipo de material	
				Absorbancia	
			Construcción del Sistema	Masa del Colorante	
				Capa del Colorante	
			Generación de energía eléctrica		
			Dimensión	Indicador	
Rendimiento de la energía de cada colorante (mora y zapallo)	Cantidad de voltios				
	Cantidad de Corriente				
	Resistencia eléctrica				
Uso de la Energía	Electrodomésticos				

Fuente: Elaboración propia