



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Celdas solares orgánicas para generar energía eléctrica a base de grafeno a nivel laboratorio– 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORAS:

Br. Paz Rojas, Maria Ofelia (ORCID: 0000-0001-6386-5907)

Br. Salas Cecilio, Silvia (ORCID: 0000-0002-8667-668X)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios quien fue nuestra fuerza y guía para no darnos por vencidos, en segundo lugar, a mis padres por el apoyo incondicional que nos brindaron en los momentos difíciles para llegar a lograr nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la oportunidad de crecer como persona, a nuestros padres por brindarnos su comprensión y apoyo económico, para así culminar nuestra carrera profesional de Ingeniería Ambiental y a mi asesor el Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores por tener paciencia y apoyarnos en el desarrollo de nuestra tesis, y a todas las personas que nos brindaron su apoyo, con todos ellos nuestros más sinceros agradecimientos.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, María Ofelia paz rojas con DNI N° 76370227, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela académica profesional de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad Cesar Vallejo.

Lima, 16 de diciembre de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'María Ofelia Paz Rojas', is written over a horizontal line.

PAZ ROJAS MARÍA OFELIA

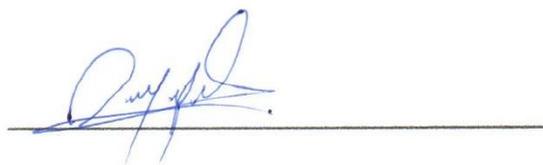
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Silvia Salas Cecilio con DNI N° 72752709, afecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el reglamento de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela académica profesional de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad Cesar Vallejo.

Lima, 16 de diciembre del 2019



SALAS CECILIO SILVIA

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
PÁGINA DE JURADO	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD	v
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	vi
ÍNDICE	vii
INDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	22
2.1 Tipo y Diseño de investigación	22
2.1.1 Operacionalización de variables	23
2.2 Población, muestra y muestreo	25
2.2.1 Población	25
2.2.2 Muestra	25
2.2.3 Muestreo	25
2.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
2.3.1 Validez	28
2.3.2 Confiabilidad de instrumento	28
2.3.3 Métodos de análisis de datos	28
2.3.4 Aspectos éticos	28
III. RESULTADOS	29
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	98
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de investigación 23

Tabla 2: Matriz de Operacionalización de variables 24

Tabla 3: Cuadro de las etapas del proyecto de investigación 25

Tabla 4: Materiales y Equipos 27

Tabla 5: Validación de instrumentos 28

Tabla 6: Cuadro de características de las celdas solares orgánicas 35

Tabla 7: Resistencia de las Celdas Solares Orgánicas 40

Tabla 8: Carga de las Celdas Solares Orgánicas 41

Tabla 9: cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado.... 42

Tabla 10: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado. 44

Tabla 11: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado. 46

Tabla 12: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado. 48

Tabla 13: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado. 50

Tabla 14: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado. 52

Tabla 15: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 hora de secado. 54

Tabla 16: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 hora de secado. 56

Tabla 17: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 horas de secado. 58

Tabla 18: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado. 60

Tabla 19: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado. 62

Tabla 20: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado. 64

Tabla 21: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado. 66

Tabla 22: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado 68

Tabla 23: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado. 70

Tabla 24: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 día de secado. 72

Tabla 25: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 día de secado. 74

Tabla 26: Cuadro de voltaje e intensidad del panel solar 76

Tabla 27: Cálculos de factor de llenado y eficiencia de las celdas solares orgánicas.	78
Tabla 28: Cálculos de factor de llenado y eficiencia del panel solar	79

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1: estructura de una celda solar organica	14
figura 2: funcionamiento de una celda solar organica.....	14
Figura 3: Representación de primera generación de celda	15
figura 4: Representación de la segunda generación	15
Figura 5: Representación de la tercera generación.....	16
Figura 6: Proceso fotovoltaico de celda solar orgánica.....	17
Figura 7: Estructura de antocianinas	18
Figura 8: Estructura de flavonoides	19
Figura 9: Estructura de porfirina	19
Figura 10: Estructura de grafeno en forma de mallas	20
Figura 11: Materia prima (arándano_ uva).....	29
Figura 12: Cascara de arándano y uva	30
Figura 13: Secado de la cascara de arándano y uva	30
Figura 14: Triturado de la cascara de arándano y uva.....	31
Figura 15: Preparación de solución de ácido clorhídrico (1%) con agua desionizada	31
Figura 16: Elaboración del colorante de arándano y uva	32
Figura 17: Obtención del colorante en polvo	32
Figura 18: Proceso para la obtencion de particulas de TIO2	33
Figura 19: Obtención del grafito	33
Figura 20: Proceso para obtener grafeno.....	34
Figura 21: Obtención de iones de cobre y aluminio en las micas	34
Figura 22: Preparación del electrolito	35
Figura 23: Micas pintadas en colorante (arándano_ uva).....	36
Figura 24: Cantidades de TIO2 y grafeno	37
Figura 25: Pasta de grafeno y TIO2 en las micas.....	37
Figura 26: Celdas solares orgánicas con diferentes cantidades y TIO2	38
Figura 27: CSO-U-1H (1.5g grafeno + 0.5g de Tio ₂).....	43
Figura 28: CSO-U-1H (0.5g grafeno + 1.5g de Tio ₂).....	45
Figura 29: CSO-U-1H (1g grafeno + 1g de Tio ₂).....	47
Figura 30: CSO-A-1H (1.5g grafeno + 0.5g de Tio ₂).....	49
Figura 31: CSO-A-1H (1g grafeno + 1g de Tio ₂).....	51
Figura 32: CSO-A-1H (0.5g grafeno + 1.5g de Tio ₂).....	53
Figura 33: CSO-U-3H (1g grafeno + 1g de Tio ₂).....	55
Figura 34: CSO-U-3H (1.5g grafeno + 0.5g de Tio ₂).....	57
Figura 35: CSO-U-3H (0.5g grafeno + 1.5g de Tio ₂).....	59
Figura 36: CSO-A-3H (1.5g grafeno + 0.5g de Tio ₂).....	61
Figura 37: CSO-A-3H (0.5g grafeno + 1.5g de Tio ₂).....	63

Figura 38: CSO-A-3H (1g grafeno + 1g de TiO ₂).....	65
Figura 39: CSO-A+U-3H (0.5g grafeno + 1.5g de TiO ₂).....	67
Figura 40: CSO-A+U-3H (1.5g grafeno + 0.5g de TiO ₂).....	69
Figura 41: CSO-A+U-3H (1g grafeno + 1g de TiO ₂).....	71
Figura 42: CSO-A-1D (1.5g grafeno + 0.5g de TiO ₂).....	73
Figura 43: CSO-A-1D (1g grafeno + 1g de TiO ₂).....	75

Resumen

En el presente trabajo de investigación se busca comparar la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, óxido de titanio (TiO₂) y arándano con la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, óxido de titanio y uva; así mismo se utilizó micas de 7x11 cm de tamaño, grafeno, TiO₂, colorante de arándano y uva. Primero se pintó las micas con colorante, luego se hizo una mezcla semi-líquida de grafeno, TiO₂ con 15 gotas de electrolito (yodo yoduro y yodo metálico) y se le agregó a las micas en tres cantidades diferentes de grafeno y TiO₂, las cantidades son: 3:1 (de 1.5G y 0.5 de TiO₂), 1:3 (de 0.5 de TiO₂ y 1.5 G) y 1:1 (de 1G y 1 TiO₂).

Los resultados obtenidos para la celda solar orgánica fabricada con grafeno, TiO₂ y arándano su eficiencia fue de 0.047% para la relación de 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂), 0.101% para la relación 1:1 (1G/1 TiO₂) y 1.84% para la relación de 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), con un voltaje de 0.76 v para la relación 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.44 v para la relación 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂) y 0.25v para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂); y para la celda solar orgánica fabricada con grafeno, TiO₂ y uva su eficiencia fue de 0.23% para la relación de 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.28% para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂) y 0.366% para la relación de 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂), con un voltaje de 0.32v para la relación 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.43v para la relación 1:3 (1.5G/0.5 TiO₂) y 0.43v para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂).

Palabras Clave: celda solar orgánica, grafeno, dióxido de titanio, arándano, uva.

Abstract

In the present research work we seek to compare the efficiency of the voltage of the organic solar cell made of graphene, titanium oxide and cranberry with the efficiency of the voltage of the organic solar cell made of graphene, titanium oxide and grape; likewise there are micas of 7x11 cm in size, graphene, TiO₂, cranberry and grape coloring. The micas were first painted with dye, then a semi-liquid mixture of graphene, thio2 was made with 15 drops of electrolyte (iodine iodide and metallic iodine) and the micas were added in three different amounts of graphene and uncle 2, the quantities are: 3: 1 (1.5G and 0.5 TiO₂), 1: 3 (0.5 TiO₂ and 1.5 G) and 1.5 G / 1: 1 (1G and 1 TiO₂).

The results obtained for the organic solar cell manufactured with graphene, TiO₂ and cranberry, its efficiency was 0.047% for the ratio of 1: 3 (0.5G/1.5 TiO₂), 0.101% in relation to the ratio 1: 1 (1G/1 TiO₂) and 1.84% for the 3: 1 ratio (1.5G/0.5 TiO₂), with a voltage of 0.76v for the 3: 1 ratio (1.5G/0.5 TiO₂), 0.44v for the 1: 3 ratio (0.5G/1.5 TiO₂) and 0.25v for the ratio of 1: 1 (1G/1 TiO₂); and for the organic solar cell made of graphene, TiO₂ and grape its efficiency was 0.23% for the ratio of 3: 1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.28% for the ratio of 1: 1 (1G/1 TiO₂) and 0.366 % for the 1: 3 ratio (0.5G/1.5 TiO₂), with a voltage of 0.32v for the 3: 1 ratio (1.5G/0.5 TiO₂), 0.43v for the 1: 3 ratio (1.5G/0.5 TiO₂) and 0.43v for the ratio of 1: 1 (1G/1 TiO₂).

Keywords: organic solar cell, graphene, titanium dioxide, cranberry, grape.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se utilizan hidrocarburos para generar energía tales como: energía calorífica, energía mecánica, energía eléctrica, etc.; las cuales presentan un elevado costo al momento de ponerlos a funcionar. Estos hidrocarburos al ser quemados producen emisiones al medio ambiente generando gases de efecto invernadero que afectan directamente a la capa de ozono. Una alternativa de solución son las energías renovables como: celdas solares orgánicas, la cual producen electricidad utilizando la luz natural del sol y no afecta al medio ambiente y son más económicas, limpias y sustentables.

El crecimiento poblacional y el aumento de precios de energía eléctrica nos han permitido buscar nuevas alternativas de solución y producir energías más económicas y ecológicas que no producen ninguna alteración al medio ambiente; Por la cual se debe cumplir con diferentes requisitos como: alta eficiencia, bajo costo, alta estabilidad.

Hace 20 años en el Perú no había una gran cantidad de aparatos eléctricos y no contaban con tecnologías avanzadas, en el transcurso de los años ambas situaciones fueron a un ritmo acelerado donde en la actualidad el consumo de energía en el Perú es de 8 a 10 veces mayor, en el año 2015 llegó a un promedio de 48.3 miles de GWh; el consumo de energía es de 45.4 TWh la cual tuvo 7.7% de incremento que el año anterior, los sectores que consumen mayor electricidad son comercio público (40%), industrial (25%) y el minero metalúrgico (32%) estos sectores utilizan el 97 % del consumo final de energía eléctrica que presenta del central hidroeléctrica en el país. Se estima que el año 2025 la producción de energía eléctrica disminuirá a un 60% ya que será una fuente sustentable obteniendo beneficios para el medio ambiente y a la sociedad.

El presente trabajo de investigación aportará con una nueva energía no convencional para el consumo masivo de la población, ya que es una energía más limpia y amigable con el medio ambiente.

Licheng, T. [et al.].(2019). En esta investigación “Celdas solares de polímero flexible altamente eficiente con robusta estabilidad mecánica” cuyo objetivo es ver la deficiencia entre las capas del desafío crítico de PSC flexible. El ZnO en la cual, al insensible (AZO) modificado por poli dopamina (PDA) se ha convertido en un transportador de electrones (ETL) en la PSC. Ya que esto tiene ductibilidades especiales para mejorar la ductibilidad mecánica del dispositivo. PSC y esto no está lleno de ureanos basados en PBDB.T.2F:IT.4F con AZO: 1.5%PDA (80nm) ETL al 11.5%son dispositivos flexibles basado en electrones de Ag y el dispositivo que retiene un 90% de su PCE ya que es sensible de espesor y el PSC son flexibles y portátiles con un rendimiento fotovoltaico. Como resultados el PCE ha alcanzado el poder más eficiente de conversión un 14% .en conclusión estos dispositivos que poseen ser flexibles a largo plazo tendrá un bajo costo.

Thokchom, J. [et al.]. (2018). En esta investigación “Celular Solar Orgánicas con Grafeno/ PEDOT: PSS schottky Junction en PET Sustratos” tiene como fin diseñar y simular células solares de unión schottky orgánicas, la cual contienen poli (3, 4 Etilendioxitiofeno): poli (estireno sulfonato) (PEDOT:PSS) y capas de grafeno utilizando la herramienta silvaco TCAD Atlas, para los dispositivos con una estructura de grafeno/PEDOT:PSS/PET se utilizó PET (Polietilentereftalato) como sustrato flexible y grafeno como cátodo; se determinó que la capa PEDOT:PSS tiene un elevado campo eléctrico ya que su espesor varía de 50 a 90nm; el voltaje del circuito abierto (V_{oc}) es de 0.68 V, la densidad de corriente (J_{sc}) es de 0.68 mAcm⁻², el factor de llenado (FF) es de 60.34% y la eficiencia de conversión de energía (η) se encuentra en 2.87%. Se concluye que en este trabajo de investigación las celdas solares de unión schottky orgánicas, tienen un alto rendimiento y son más económicas.

Yuan, J. [et al.]. (2019). En su tesis titulada “Ánodos imprimibles para módulos de celdas solares orgánicas flexible” cuyo objetivo es realizar una comparación entre el ITO Y PEDOT: PSS es por ello, que se identificara cual es altamente conductivo en el contacto transparente; el rendimiento de las celdas solares del heterounión donador, el material más costoso hasta ahora es el indio-tinóxido (ITO) ya que se ha utilizado comúnmente como un electrodo de poli (3,4-etilendioxitiofeno) poli (estirenosulfonato), en la cual se utilizó diferentes técnicas, en una de ellas se utilizó una técnica de fotográfica estándar optimizada. El resultado obtenido es Ag metálico. El rendimiento es comparable con los dispositivos fotovoltaicos con cualquier tipo de ánodo, el ánodo basado en transparente

basado en PEDOT/PSS últimamente, está avanzado con éxito el sustrato de flexible ya que la producción industrial de módulo de celdas solares orgánicas será de bajo costo.

Yuan, J. [et al.]. (2019). En su tesis de investigación “celdas solares orgánicas de unión simple con más del 15% eficiente utilizando un receptor de anillo fusionado con núcleo deficiente en electrones “el objetivo es diseñar la unidad central del anillo ya que, estas moléculas aceptoras están para maximizar el rendimiento de los dispositivos, es por ello, que se emplea un anillo en funcionamiento central basado en núcleo deficientes en electrones de tipos escalera (ditienotiofen [3-2-b]- pirrolobenzotiazol) con un núcleo de benzotiadiazol (BT) para que pueda afinar su absorción y afinidad electrónica; los OPV se fabrican con arquitectura convencional con una capacidad de eficiencia de 15.7%, así mismo sería convencional e invertida por esta investigación se proporciona nuevos conocimientos basado en núcleo eficientes; en conclusión la eficiencia de no fullerenos se logra tener un rendimiento fotovoltaico mejorado en OPV.

Shin, D. [et al.]. (2018). En su investigación “Electrodos conductores transparentes de grafeno dopados con puntos cuánticos de grafeno - nano cables mezclados para energía solar orgánica altamente flexible” cuyo objetivo es reducir y mejorar su flexibilidad para mejorar su rendimiento de las celdas solares orgánicas flexible (FOSC). En este trabajo se elaboró con el GR TCEs dopados y los puntos cuánticos de grafeno (GQDS), nanocables de plata (Ag NWs) que son mezclados en sustratos de poli (tereflatato de etileno). Cuyos resultados, presentan a 3.66% de eficiencia de conversión de potencia (PCE) a una concentración de $ng \frac{1}{4} 0.02 g/L$ mayor al 90% y la función de trabajo es de 4.53 eV. En conclusión, los puntos cuánticos de grafeno mejoran la eficiencia de conversión de energía y su flexibilidad de flexión de las células solares orgánicas.

Rafique, S. [et al.]. (2018). En su investigación que realizó “Reducción moderada del óxido de grafeno mediante el tratamiento con ozono UV como capa de transporte de agujero para células solares orgánicas de alta eficiencia. El objetivo reducir moderadamente el contenido de oxígeno en OG a través de ozono UV. En este trabajo se utilizó una capa de transporte de orificios (HTL) mediante la reducción moderada de óxido de grafeno (GO) apoyada con UV -ozono para celdas solares orgánicas. Los resultados obtenidos por esta investigación fueron de 4.07% de eficiencia de conversión (PCE) en un tiempo de 15 minutos y de 4.03% (PCE) en un tiempo de 10 minutos con GO HTL tratados con ozono UV, mientras que un

dispositivo con GO HTL no tratado se obtuvo un PCE mínimo de 2,80%, se concluye que las celdas solares orgánicas con GO HTL tratadas con ozono UV demostraron una alta perdurabilidad y alto rendimiento en el tiempo de exposición en el ambiente.

Silva, R (2018). En su investigación “Eficiencia de las células fotovoltaicas nano estructuradas a base de dióxido de titanio, sensibilizadas con pigmentos nativos peruanos”. Cuyo objetivo fue determinar la relación de los parámetros de eficiencia de las células fotovoltaicas nanoestructuradas con dióxido de titanio sensibilizadas con productos naturales peruanos. En esta investigación se utilizaron productos naturales como Aguaymanto y Camú -Camú donde elaboraron 10 prototipos que se midieron con relación al tiempo. Se obtuvo un voltaje de 0.811 y 2.33E-6% de eficiencia en un tiempo determinado de 2h 39m 11.07s para el pigmento de Aguaymanto, mientras que el Camú - Camú se obtuvo un voltaje de 0.333 V, y una eficiencia de 1.03E-6% en un tiempo de 1h 00m 09.40s. Se concluye que el Aguaymanto es más eficiente que el pigmento Camú - Camú; no tienen una relación en el tiempo de exposición de los colorantes y la eficiencia energética.

Valles, M. y Torres, J.(2018).En su investigación ”Estudio de celdas solares de silicio nano-estructurada” cuyo objetivo es la fabricación de películas delgadas de nitrito de silicio (SiNy), la metodología se realizó mediante el sistema de deposición química en fase de vapor asistido por luz ultravioleta (UVCVD). Sobre un sustrato de ITO, ya que esto es un óxido conductor transparente el ITO muestra una alta transmisión óptica en la cual es transparente al espectro visible y opaco en ultravioleta e infrarrojo cercano es por ello que presenta una baja resistividad eléctrica así mismo resulta adecuados como electrodos conductores y transparente, es por ello que es un tipo altamente dopado ya que con un intervalo de banda presenta alrededor de 4V. Los resultados que se obtuvieron en la primera muestra fue de hasta 500W con un haz de luz solar 3TIO-M y 6ITO-M. Sin embargo, las tres últimas muestras presentan un tiempo depósito (t) y la temperatura (T) constante ya que el único parámetro que varía es de gases O_2 . En conclusión, las películas de nitrito de silicio fueron muy interesantes debido a que presentó electricidad fotoeléctrica, ya que se podría ofrecer como una celda convencional por lo mismo que tiene una ventaja mucha más barata con la técnica de UVCVD.

Betanzos, O. (2018).En su investigación “construcción de celdas solares híbridas de tercera generación mediante el crecimiento in-situ de perovskita utilizando nano fibras de Dióxido

de Titanio dopado con plomo “cuyo objetivo es demostrar el crecimiento de in-situ de perovskita en nano fibras de TiO_2 dopadas con plomo, ya que esto provoca un efecto fotovoltaico en la construcción de celdas solares de tercera generación. Es por ello que se debe encontrar las condiciones adecuadas de síntesis para las nano fibras tomando en cuenta los voltajes y distancia del flujo, en la cual se realizó técnicas de spray y pirolisis para los vidrios conductores, y la solución obtenida es transparente de estaño y antimonio, el vidrio se llevó a una temperatura de $400\text{ }^\circ\text{C}$, una vez alcanzada la temperatura se realizó el primer rocío de la solución durante un tiempo aproximado para asegurar una capa lo suficientemente conductora. Cuyos resultados fue la primera presencia de fibras una adecuada homogeneidad y calcinación a medida que se fue magnificando la imagen ya que se observa la porosidad adecuada es por ello que se aprecia que se utilizó un metal pesado en la solución con fibras presentando una alta red de homogeneidad con diámetro similares y alta porosidad. En conclusión, se llevó a cabo el rendimiento del crecimiento de la perovskita in-situ a partir de la fibra ya que tiene una capacidad mucho mayor que el de TiO_2 .

Wenjing, H. [Et al.]. (2018). En su investigación -Las aplicaciones de polímeros en células solares una revisión_ como objetivo las celdas solares sensibilizadas con colorante es eficiente en estabilizar los dispositivos. En la estructura del dispositivo y los componentes, ya que las celdas solares son imprescindibles para la eficiencia y la estabilidad de los dispositivos cuyos polímeros se puede usar para el ajuste de los componentes del dispositivo, ya que las propiedades de las celdas solares sensibilizadas por colorante, los polímeros se pueden usar como sustrato flexible que es formadores de poros y películas. Las celdas solares de perovskita los polímeros en otra fase como aditivo para asegurar la nucleación. Resultados los polímeros se utilizan ampliamente en campos fotovoltaicos por ello, están incluidas en DSSC, PSC Y OPV, El DSC también se puede usar como poros y película. En conclusión, los polímeros siguen en su baja capacidad debido a la conductividad electrolitos.

Bucher, L. (2018). En su investigación “celdas solares de polímeros no fullerenos que alcanzan una eficiencia del 9.29% mediante el uso de un material de donante con refuerzo de BODIPY- tiofeno” el objetivo es la combinación de fullerenos de banda baja (SMDPP) que consta en unidades de carbazol y dicetopirrolpirrol cantidad con un conector y aceptor de tetracianobutadieno; por lo tanto, para diseñar se utilizan las celdas solares de polímeros

heterounión a granel. La metodología celdas solares polímeros se mostraron con una mayor eficiencia de energía global de un 9,29% la celda solar es de polímero basada en PC71BM (7,41%) es mayor y de forma similar.

Manquian, C. (2017). En su investigación “síntesis de grafeno usando agentes naturales aplicadas a celdas solares sensibilizadas en colorante” el objetivo da a conocer como sintetizar el grafeno mediante un método químico en la cual se tiene que usar un rector natural para que construya celdas solares sensibilizadas en colorante (DSSC). Estos métodos se desarrollaron mediante cuatro fases la oxidación química presentan variación con respecto a los originales es por ello que el método de Hummers es el más usado y es conocido como Hummers modificado. Se obtuvo un resultado favorable y eficiente al aplicar el material sintetizado con electrodos al construir las celdas solares sensibilizadas por colorante cuyas celdas tuvieron un resultado de 0.27% y un 0.03% de eficiencia, utilizando ajo calentado y ajo etanol. En conclusión, el ajo en etanol calentado dio buenos resultados ya que, se podría probar que la reducción del óxido de grafeno con el extracto de ajo tiene una alta eficiencia antioxidante.

Cahuana, V. (2017). En su investigación “Incorporación de nanopartículas de SnO₂ en celdas solares sensibilizadas a base de TiO₂”. Cuyo objetivo es elaborar celdas solares sensibilizadas con pigmentos utilizando como electrodo de trabajo recubrimientos de nanopartículas de TiO₂ modificadas en proporciones pequeñas con nanopartículas de SnO₂ (SnO₂/TiO₂). La metodología empleada en esta investigación fue aplicada, se emplearon dos técnicas químicas: Sol gel y sonoquímica utilizadas de manera combinadas para sintetizar las nanopartículas de SnO₂, a través de las técnicas de rayos X, espectroscopia infrarroja, dispersión dinámica de luz y microscopía electrónica de barrido se utilizaron para caracterizar el SnO₂. Cuyos resultados en SnO₂ fue de 0,074% de valor óptimo y en SnO₂/TiO₂ se obtuvo una eficiencia de 3.1%, lo que simboliza un incremento de 14% mayor que de las celdas elaboradas con TiO₂. Se concluye que las celdas solares son más eficientes utilizando pocas cantidades de SnO₂/TiO₂ y aumenta su eficiencia sobre las celdas sin SnO₂.

Von, E. (2017). En su tesis de investigación “Análisis de circuito equivalente en células solares orgánicas ¿cómo pueden los resultados de las espectroscopia de impedancia se interpretaran “cuyo objetivo es determinar la energía (OPV) puede ser convencional, EL

(OPV) se aplica en varios sistemas en la cual, se puede comparar con segundos modelos como mediciones IS es por ello, que se examinó cualitativamente; y los voltaje que salió fueron 0.4V y 0.6V así mismo, puede atribuirse al comportamiento capacitivo y que podría llegar a voltaje más elevado sin embargo, el comportamiento es bajo el voltaje de (0.3V) esto va hacia el semicírculo a voltaje inferior de 0.4V desde 0.4V a dos arcos. En conclusión la celda solar no se ajusta al modelo ya que, el efecto de la capacidad es desconocido debido a su alta frecuencia.

Brett, F. (2017). En su investigación "Manipulación de la luz a nano escala para celdas solares orgánicas mejoradas" cuyo objetivo la celdas solares tienen ventaja en disminuir el costo de la energía, en los últimos años existe aplicaciones de recolección de energía que llega a ser de mayor (15%) ya que, existe tecnologías de mayor eficiencia con un rendimiento, las películas delgadas (30%) son eficientes y las celdas solares que son basadas en (20%) de eficiencia es por ello, que todavía hay desafíos que superar para mejorar la eficiencia de celdas solares orgánicas así mismo maximizan la absorción del espectro solar, y esto incluye (nanopartículas plasmónicas) dispositivos y se muestra que la absorción aumenta a través de la dispersión dinámica; en conclusión la (nanopartículas) en celdas solares orgánicas se demuestra negativamente el rendimiento del dispositivo.

Andargie, W. (2016). En su investigación "células solares sensibilizadas con colorante que usan colorante natural como materiales de recolección de luz extraídos de la flor de *Acanthus Sennii* Chiovenda y la hoja de *Euphorbia cotinifolia*" cuyo objetivo es elaborar celdas solares sensibilizadas con colorante utilizando colorantes naturales para convertir la energía solar en energía eléctrica. En esta investigación utilizaron colorantes naturales que extrajeron de la flor de *Acanthus Sennii* Chiovenda y de la hoja de *Euphorbia cotinifolia*, luego colocaron un electrolito casi sólido entre el electrodo de trabajo (foto ánodo) y el contraelectrodos en un vidrio FTO recubierto con PEDOT. Cuyos resultados de voltaje abierto en las DSSC casi sólido variaron entre 0.475 a 0.507 V su densidad de corriente abierta vario entre 0.352 a 0.642 mAcm⁻² y el factor de llenado fue de 47% a 60% a una intensidad de luz de 100mWcm⁻²; el colorante de la flor de *A. Sennii* Chiovenda se obtuvo un voltaje de 0.507 v, con una densidad de 0.491 mA cm⁻², con un factor de llenado de 0.60 y una eficiencia de 0.15% y con el colorante de la hoja de *E. Cotinifolia* mostro una eficiencia de 0.136 %. Se concluye que las celdas solares sensibilizadas con colorante

tienen un mayor rendimiento foto electroquímico utilizando colorantes naturales como la flor de *A. Sennii* Chioventa y la hoja de *E. Cotinifolia*.

Monte, C. (2016). En su investigación “Materiales nanoestructuras de TiO_2 - grafeno-macrocielos tetrapirrólicos para la aplicación en celdas solares”. Cuyo objetivo es desarrollar materiales nanos estructurados sensibilizados con macrocielos tipo porfirina para generar corriente eléctrica. La metodología usada es una composición de nanomateriales nanoestructurados como son dióxido de titanio, oxido de grafeno y macrocielos porfirínicos, se elaboraron películas mesoporosas y nanopartículas de TiO_2 combinadas con macrocielos (H2T(P-CN) PP, como contraelectrodos se usó oxido de grafeno así como una composición sinérgica de óxido de grafeno en nanoláminas de GO y moléculas porfinas la cual estas se sumergen en las placas paralelas del material de carbono, para el crecimiento de películas se utilizaron dos métodos el de inmersión (dip-coating) y centrifugación, (spin-coating), además para el determinación de nanomateriales se desarrollaron diferentes métodos como : aspectos copias de difracción rayos X, ultravioleta visible, infrarrojo con transformada de Fourier y raman, adsorción de N_2 , microscopía electrónica de transmisión y microscopía de fuerza atómica. Los resultados que se obtuvieron fue una celda con 543nV de V_{oc} y micro A de I_{sc} y como contra electrodos se logró 470mv y 157micro A de I_{sc} . En conclusión las películas delgadas de TiO_2 lograron funcionar con porfirina H2T (p-CN) PP.

Changshang, C. [et al.]. (2016). En su investigación “Separación rápida de carga en una celda solar orgánica no fullerenos con una pequeña fuerza impulsora” cuyo objetivo es saber que tan eficiente es para lograr la conversión de energía de celdas solares orgánicas (OSC). El OSC de la última generación ya que, regularmente se logra una fuerza impulsora significativa, la compensación entre el intervalo de bandas (E_{gap}) el material del donante / el acceptor y la energía del estado de transferencia de cargo (TC) (ECT). Por lo común es mayor 0.3 eV la fuerza de motriz provoca una pérdida de voltaje grande que dificulta su rendimiento; ya que la TEC es similar al E_{gap} , sin embargo, las pequeñas fuerzas impulsara efectos que perjudican, pero lo mínimo en la dinámica de transferencia de cargos de los OSC; para concluir un OSC no fullerenos tiene una eficiencia de 9.5% una eficiencia cuántica interna de aproximado de 90% a pesar de bajo voltaje de un 0.61 V. así mismo el OSC es eficiente con menor perdida de voltaje.

Toralva, M. [et al.]. (2016). En su investigación “fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas de TiO_2 modificada con nanopartículas de NiO ”cuyo objetivo fue realizar foto sensibilizador al colorante comercial, así mismo se utilizó la técnica del Doctor Blanca y la sensibilización, es por ello que se realizó Di-tetrabutylammonium cis-bis (isothiocyanato) bis (2,2-bicarboxylato) ruthenium es conocido también como N719. Este estudio se realizó mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, y las celdas solares mediante la medición de la eficiencia de conversión fotón incidente electrón generado (IPCE) y corriente y voltaje. En la presencia de Ni en polvo de TiO_2 , sin embargo se pudo determinar que la absorción de atómica se encontró una concentración de 125ppm. En la cual las medidas de eficiencia como celdas solares se reportaron la eficiencia con TiO_2 modificado con NiO ($\text{TiO}_2\text{-NiO}$) de forma óptima llegó a un valor de 3.7%, en conclusión las partículas de TiO_2 se encuentran parcialmente adheridas con NiO , ya que esto no se llegó cubrir directamente con el colorante .El NiO se adhiere a la superficie del TiO_2 esto actúa de manera aislante con una barrera para que pueda evitar la combinación de electrones es, por ello que a una eficiencia de conversión de potencia mayor de DSSC.

Martínez, V. (2016). En su investigación “Celdas solares sensibilizadas por colorante basa en dióxido de titanio modificado con óxido de cobre”. Cuyo objetivo fue producir celdas solares sensibilizadas, empleando películas gruesas de dióxido de titanio modificado con óxido de cobre para delimitar su cantidad optima de modificar. La metodología utilizada en esta investigación fue aplicada, donde se combinaron CuO en polvo en pequeñas proporciones con P25 (TiO_2 nanoestructurado) en etanol hasta lograr masa uniforme. Los resultados fueron de 0,67% p/p a una concentración de 0,17 de CuO a 0,3 g de TiO_2 , la eficiencia fue de 2,1%, y la celda de TiO_2 obtuvo una eficiencia de 1,7%. En conclusión las celdas solares disminuyen su eficiencia al emplear mayor cantidad de CuO , los colorantes absorben alta radiación y generan mayor eficiencia solar.

Nazir, M. [et al.]. (2016). En su investigación “mayor eficiencia de las células solares orgánicas basadas en (MEH-PPV) con grafeno y puntos cuánticos” indicó que las células solares tienen un alto aumento en la eficiencia de conversión de energía debido a los puntos cuánticos y grafeno en el copolímero. Su objetivo es preparar y caracterizar el polímero conjugado MEH-PPV dopado con punto cuánticos, CdSe y grafeno sobre SiO_2 .cuyo método utilizado fue una capa activa compuesta, envuelta por espín de materiales

electrónicos orgánicos polímero conjugados, poli [2- metri-5-(2-etil-hexiloxi)-1. 4-Fenileno vinileno] (MEH-PPV) mezclados con puntos cuánticos de seleniuro de cadmio (CdSe) y grafeno donde la capa activa posee dos conductores metálicos: capas de silicio y óxido de indio y estaño (SiO₂:ITO). Cuyo resultados indicaron un alto rendimiento en la corriente de cortocircuito (ISC) de 0.3 mA a 0.7 mA/ cm², además el rendimiento fotovoltaico presenta un voltaje de circuito abierto entre 0.46V a 0.87V. En conclusión, las células orgánicas mejoran su eficiencia mediante la composición de la capa activa.

Canto, D. (2015). En su investigación “Estudios de efectos de la concentración de fullerenos en la estructura P3HT: PCBM. Para aplicaciones en las celdas solares orgánicas. El objetivo es dar a conocer la influencia de concentración en las propiedades de celdas solares orgánicas en la configuración hetero-unión de volumen. Durante la investigación se utilizó una configuración ITO/AZO/P3HT:PCBM/Ag, donde los electrodos y la capa de AZO se hizo crecer por pulverización magnetronica de RF bajo gas argón, la capa activa de hetero-unión a granel se depositó por recubrimiento Spin utilizando una solución húmeda de fenil-C61-éster metílico de ácido butírico y poli (3 - hexiltiofeno-2,5 dil) resuelto en 1,2-diclobenceno, los resultados de este trabajo de investigación fueron de 1.88 eV a 2.21 eV para la capa activa de P3HT:PCBM a través que incrementa la proporción de 1.2 en 3.1 y la longitud de onda es cercana a 575nm. En conclusión, la mezcla de P3HT: PCBM mejora las propiedades de las celdas solares orgánicas como también su eficiencia.

Andersen, T. [et al.]. (2014). En su investigación “Fabricación de rollo a rollo en atmósfera ambiente escalable de módulos de células solares en tándem orgánico flexible de gran área encapsulada”. El objetivo es elaborar celdas solares orgánicas flexibles a gran escala industrial. En esta investigación se utilizaron diferentes sustratos, PEDOT : PSS, los materiales activos que se emplearon fueron MH301 y MH306, posteriormente el PFN se disolvió en metanol a diferentes concentración de 0.4 mg ml⁻¹ , las soluciones de los absorbentes se mezclaron con PCBM en cuatro proporciones en MH301: PCBM (5mg mL⁻¹; 10 mg mL⁻¹) en cloro benceno , MH306: PCBM (6mg mL⁻¹: 13.5mg mL⁻¹) en cloformo, MH301: PCMB (7mg m⁻¹: 18 mg ml⁻¹) en oxileno:tetralin (90:10v/v) y MH306:PCMB (14MG ML⁻¹: 21MG ML⁻¹) en cloformo; las nanopartículas de ZnO se separaron en acetona en una concentración de 56 mg ml⁻¹, se utilizó carbón y plata (Ag) se realizaron 14 procesamientos continuos de rollo a rollo en mini – roll coater, cuyos resultados obtenidos fueron 9.23 v, FF de 40.9%, I_{sc} de -24.34 mA y PCE de 1.76%, se

concluye que las células orgánicas flexibles de se mezcló PCBM con se elaboraron 14 capas, donde las primeras capas son los materiales activos como MH301 (color rojo), MH306 (color verde) y PEDOT: PSS (color azul) la capa intermedia comprende PEDOT:PSS Y ZnO.

Gonzales, M. (2015). En su investigación “síntesis y evaluación de nanotubos de carbono como electrodo conductor transparente para celdas solares orgánicas” el objetivo es evaluar su potencial como electrodo conductor transparente. La metodología empleada en esta investigación, se sintetizaron nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) utilizando la técnica de depósito químico en fase vapor (CVD), se empleó ferroceno como fuente de carbono, así mismo partículas catalizadoras, posteriormente se crearon las películas delgadas por método de inmersiones. Indico que el MWCNT sintetizados a 800°C tienen mejor cristalinidad y aumenta el tamaño de partículas catalizadoras, además tienen un diámetro y longitud que se encuentra entre 20-70nm y 2-10nm y poseen partículas de Fe, las películas con mayor transmutación fue la que contiene 5mg de ferroso a 696°C con 87% en 55°nm y la posee alta conductividad eléctrica es de 695°C con valor de 98. En conclusión la temperatura influye en la cantidad del material utilizado y permite tener mayor conductividad eléctrica y transmitancia.

Canseco, D. (2015). En su investigación “Celdas solares orgánicas a base de grafeno funcionalizado con macromoléculas conjugados” el objetivo es funcionalizar químicamente el óxido de grafeno con macromoléculas conjugados para generar celdas solares orgánicas. Este trabajo se desarrolló en dos etapas; en la primera etapa se realizó la elaboración de tres copolímero como: P (CzOH-altBDT), p (Cz-al-BDT), p (T-al- BDT), en la segunda etapa se elaboró la producción de dos sistemas de tipo D-A denominados P (BT-alt-BDT) y P(DBT-BDT), indicó que presentan un grado de ordenamiento especialmente los copolímero tipos D-A y tiene entre 1.24 eV- 2.5 eV, la eficiencia oscila en 10- 1%. Se concluye que el las celdas solares del prototipo son más eficiente en la cual oscilan el orden de 10⁻¹% el copolímero de tipo (D_A-D_B) que son derivado del carbazol P (pzOH-alt-BDT), es por ello que se fraccio mediante extracciones de Soxhlet ya que las muestra dieron un resultado ópticas y estructurales se hallan fuertemente ligados al tamaño de las cadenas polimétrica.

Huo, L. [et al.]. (2015). En su tesis de investigación "celdas solares orgánicas de unión simple basadas en un novedoso polímero de banda ancha con una eficiencia del 9.75%" cuyo objetivo es aplicar nuevos copolímeros de una banda ancha (PDBT-TI) en celdas solares orgánicas, esto produce una alta eficiencia con un 9,74% y un elevado factor de llenado que produce un 75% el elevado rendimiento del fotovoltaico se debe a la alta eficiencia disociación de excitones foto generadores y carga de las celdas solares orgánicas que están basadas en PDBT-T1; y como resultados se muestra que el PDBT-T1 es un resultado sobresaliente como el material de banda ancha para celdas solares orgánicas ya que, es en tándem (o unión múltiple) en conclusión los PDBT-T1 puede producir de manera más resaltante así mismo, su rendimiento es un éxito con copolímero de banda ancha.

Como parte de las teorías relacionadas de este trabajo de investigación se detallan algunos conceptos como:

Energía: es parte de la vida humana desde hace muchos años, actualmente el uso de energía ha aumentado a un ritmo muy acelerado, debido al crecimiento poblacional, estilo de vida moderno y rápida industrialización. Las fuentes primarias de energía son los combustibles fósiles, energía nuclear, energía eólica, energía solar (González, 2015).

Energía solar: posee un alto potencial como fuente de energía limpia y sustentable, ya que es obtenida a través de la luz natural que emite el sol y se puede transformar en energía eléctrica, a este proceso de transformación se le conoce como conversión fotovoltaica; la energía eléctrica depende de otra forma de energía (González, 2015).

Celdas solares orgánicas: son dispositivos fotovoltaicos cuya función se base en transformar la energía radiada del sol en energía eléctrica en el espectro visible y parte del infrarrojo cercano [...]. El aprovechamiento de la luz solar se obtiene de la energía, ya que se considera una energía limpia, sin embargo, en la celda inorgánica basada en silicio presenta costos elevados (Canseco, 2016).

Constan de un material orgánico en el que se destacan los polímeros, la cual recolectan la luz del sol para posteriormente transferirla a un dispositivo [...]. En los últimos años han evolucionado debido a su bajo costo de fabricación de dispositivos más livianos de menor tamaño [...]. Se puede aplicar en la elaboración de mochilas, ventanas, edificios, ropas y

maletas es muy eficiente, estable ya que hace referencia a la vida útil es mejor a la comparación de los paneles solares de silicio (Fagua y Bernal, 2015).

Ánodo: debe ser suficientemente transparente, ya que las celdas reciben la radiación mediante el soporte, los elementos más utilizados como ánodo transparente son: óxidos transparentes conductores (TCO's), principalmente el óxido de estaño dopado con indio (ITO), han demostrado un adecuado balance a través de la transparencia y conductividad (Otálora, 2013).

Capa transportadora de huecos (HTL): los materiales utilizados deben presentar niveles electrónicos apropiados, y una mayor estabilidad química que dificulten su descomposición, otra característica que debe tener es la transparencia, es decir los materiales utilizados deben tener características apropiadas para certificar un mayor movimiento de huecos, o sea deben buscarse un elevado ordenamiento cristalino. Los elementos más utilizados es el PEDOT que en unión con PSS conforman una capa que recubre el ITO, y se obtiene un incremento en la función de trabajo del ánodo (Otálora, 2013).

Capa activa: de las celdas solares orgánicas está compuesta de un material aceptor y un donador de electrones:

Material donador (tipo p): presenta una dificultad de electrones, la cual capta a los electrones excitados procedentes de la capa tipo n, causando una variación de potencial en las dos capas tipo n y p (Carrillo, 2009).

Material aceptor (tipo n): posee una concentración de electrones excitados superior a la del donador y origina que las cargas eléctricas se trasladen a la capa de tipo n, produciendo una desigualdad de potencial con la otra capa (Carrillo, 2009).

Capa transportadora de electrones (ETL) y cátodo: Esta capa es menos usual que la capa transportadora de huecos, pero el uso entre una capa y otra capa activa y el cátodo aumentan su eficiencia de las celdas solares. Los materiales más utilizados en esta capa es el fluoruro de litio. Y como cátodo utilizan el Aluminio o plata (Otálora, 2013).

Vidrio O PET: En una celda solar orgánica se puede estar compuesta por vidrio o PET, ya que estos permiten que entre la luz a las celdas y protegen a las capas de tipo n y p (Carrillo, 2009).

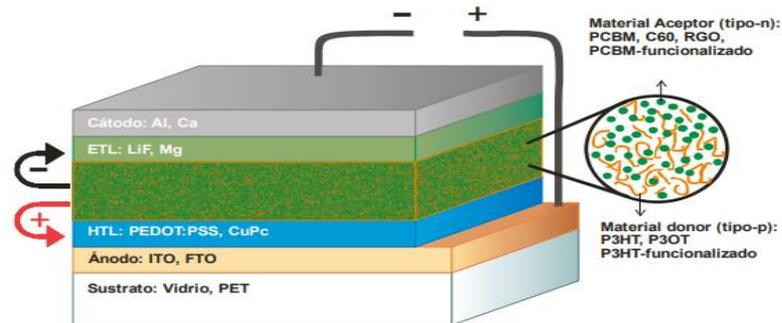


Figura 1: Estructura de una Celda Solar Orgánica

Fuente: Otálora, 2013.

Funcionamiento de celda solar orgánica: Al momento que la luz solar incide en la celda solar orgánica, los electrones en las capas “activas” orgánicas acumulan energía y empiezan a desplazarse por medio del núcleo, dejando atrás vacíos, llamados agujeros, que se trasladan en dirección contraria. Los electrones salen de la celda mediante un electrodo, fluyen a lo largo de un circuito externo, manteniendo un dispositivo en el transcurso del camino e ingresan a la celda solar por medio del segundo electrón, volviendo a juntar los vacíos que dejaron anteriormente como se observa en la (figura 2). Una capa de transporte de electrones y una capa de transporte de orificios favorecen el desplazamiento de los electrodos en dirección a un electrodo y los orificios en dirección al otro, donde incrementa el flujo de corriente en un único sentido (Kong, 2016).

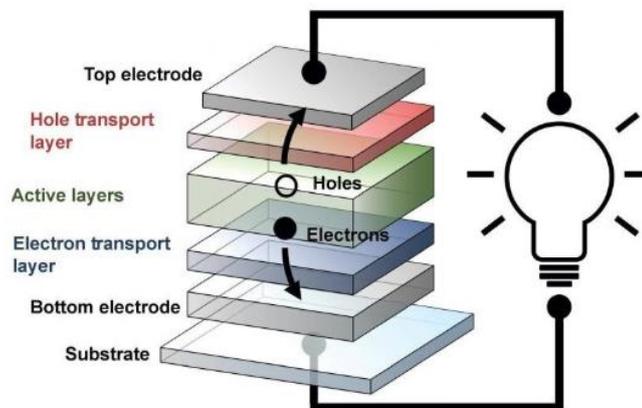


Figura 2: funcionamiento de una celda solar orgánica

Fuente: Stauffer, 2017.

Generación de celdas solares; Se clasifican en cuatro generaciones y se diferencian en su proceso de producción y las materias utilizados:

Primera generación: son fabricadas con silicio cristalino y policristalino ya que tiene una eficiencia de 15%. En la figura 3 se presentan las partes que comprende una célula de silicio cristalino a 100nm, la cual el antireflejante protege al silicio a que no tenga una rápida degradación, los contactos frontales y traeros, así como también el silicio de tipo P y tipo N (Ramos y Luna, 2014).

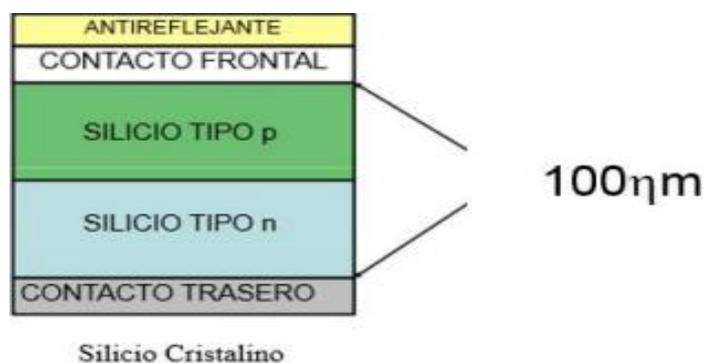


Figura 3: Representación de primera generación de celda

Fuente: Ramos y Luna, 2014.

Segunda generación: celdas fabricadas de películas delgadas (CdTe, CuInSe₂, Si-a), que tienen una eficiencia de 10 a 15 %. En la figura 4 se muestran las partes de la celda de CIGS-CdS, con una capa de ZnO de 0.5 a 1.5 μm, una capa de CdS de 0.03 a 0.05 μm, una capa de Cu (In, Ga) Se₂ de 1.0 a 2.0 μm y una capa de Mo de 0.5 a 1.5 μm (Ramos y Luna, 2014).

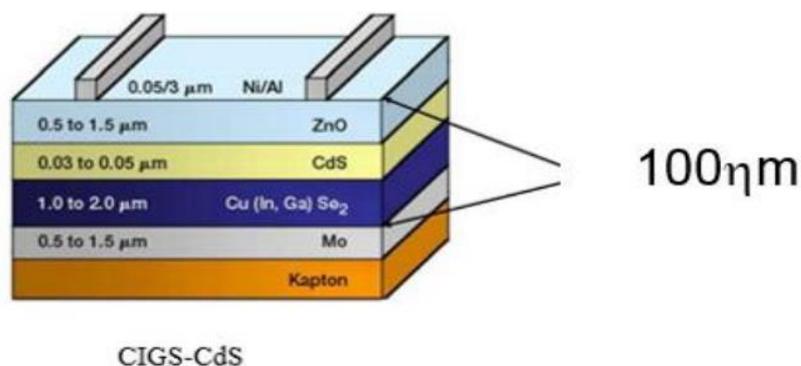


Figura 4: Representación de la segunda generación

Fuente: Ramos y Luna, 2014.

Tercera generación: son celdas de Multiuniones de Películas delgadas III- V que poseen una eficiencia entre 25 a 30 % y tienen un costo muy elevado y necesitan concentraciones de 400-1000x y un espesor a nivel nano (Ramos y Luna, 2014).

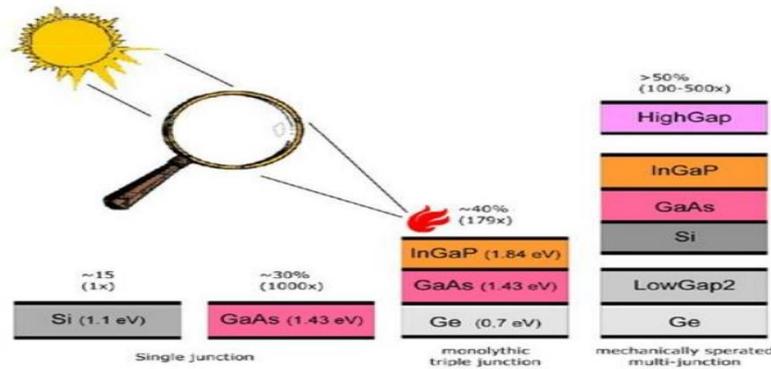


Figura 5: Representación de la tercera generación

Fuente: Ramos y Luna, 2014.

Cuarta generación: celdas solares híbridas en donde el material activo, la perovskita, contiene tanto material inorgánico como orgánico, en pocos años se logró la mayor eficiencia (Barbosa, 2017).

Proceso fotovoltaico de celdas solares orgánicas: En las bandas de energía de material donador y aceptor, se analiza las celdas solares orgánicas, donde la absorción de fotones (a) en la capa activa produce una transferencia electrónica dentro de HUMO Y LUMO de materia donador, originando un método de pares electrón - hueco conocidos como excitones (b), que se encuentran ubicados en el sistema del compuesto, los excitones formados se dispersan directo a la interface con material aceptor, en la cual se desintegran ocasionando portadores de carga libre (c), donde se trasladan libremente por medio de cada material llegando hasta los contactos electrónicos (d). Para lograr la distancia de la carga se necesita un campo eléctrico compensado por la asimetría de la energía de ionización/funciones-trabajo de electrones. Una de las razones de la asimetría es del por qué el flujo de electrones se ve beneficiada a partir del electrodo que tienen mínima carga en dirección al electrón con una gran función - trabajo (polarización directa). Como desventajas que muestran las celdas solares son los procesos de recombinación de excitón a causa de no llegar a alcanzar a la interface la cual produce dentro del elemento donador llevando a un desarrollo de luminiscencia por recombinación geminal o posiblemente se recombinan los huecos y electrones desintegrados en la interface ya que cuando se encuentran muy próximos no

alcanzan a dispersarse en sus correspondientes materiales y pueden generar un efecto luminiscente en el interior de toda la mezcla (Chamorro, 2013).

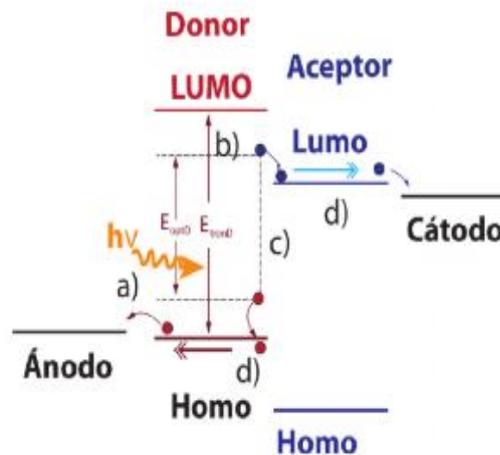


Figura 6: Proceso fotovoltaico de celda solar orgánica

Fuente: Cucaita, 2017.

Factor de llenado: Se le conoce como la relación que existe entre el máximo potencial ya que está dividido entre el voltaje en circuito abierto (V_{oc}) y la corriente entre el corto circuito (I_{sc}) (Fernández, 2017).

$$FF = \frac{P_m}{V_{oc} * I_{sc}} + \frac{n * A_c * E}{V_{oc} * I_{sc}} \dots \dots \dots (1)$$

Voltaje del circuito abierto: Es un valor máximo de voltaje medido en la celda en el momento en el que la corriente $I=0$ es decir, se obtiene este valor cuando la celda esta en circuito abierto. Cuando la celda está en un circuito abierto no circula ninguna corriente en sus terminales y no genera energía útil, el circuito abierto (V_{oc}) es un indicador muy interesante ya que sirve como límite de voltaje en el cual la potencia puede ser elaborada (Canto, 2015).

Densidad de corriente de corto circuito: Se determina por el máximo valor de corriente que se dispersan por el dispositivo en condiciones de circuito cerrado ($V=0$, $R=0$) (Ramos, 2018).

La eficiencia de conversión de potencia: es significativo en la cual define la eficacia que se está utilizando el espacio ocupado por una celda solar cuyo are debe ser cubierto con celdas solares con una elaboración de mayor potencia dado que hay ventaja y desventaja a través de n valor para cada tecnología, es por ello que deben de ser equilibradas. En la

formula se puede estimar claramente que FF, Isc, y Voc tiene resultados sobre n (Mondéjar, 2014).

$$n = \frac{[lmax].Vmax}{IL} * 100 \frac{FF.Voc.Isc}{IL} * 100 \dots\dots\dots (2)$$

Arándano: se caracteriza por tener las antocianinas en la piel o en la pulpa de la fruta y se responsabilizan del color, además poseen una menor cuantía de carotenoides y presentan un elevado contenido fenólico de 0,40% (Vilches, 2005).

Colorantes: Sustancia que se extrae de productos naturales y se clasifican según su origen en: Naturales y sintéticos; los colorantes naturales se dividen en orgánicos e inorgánicos, los orgánicos pueden ser de animales y vegetales, los inorgánicos se refiere al óxido de cromo y óxido de hierro; sin embargo, los sintéticos pueden ser orgánicos. También se clasifican mediante un grupo cromóforo ya que poseen una estructura de dobles enlaces conjugados (Reyes, 2014).

Antocianinas: Son pigmentos que tienen un color rojo, solubles en el agua, extensamente distribuidos en el reino vegetal, tienen glucósidos de antocianidinas porque presentan moléculas de antocianidina llamada aglicona, a ésta se le agrega azúcar a través del enlace B-glucosídico asimismo su sistema es compuesto de un ion flavilio o conocido también con el nombre de 2-fenil-benzopirilio que consta de benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B) aromáticos (Reyes, 2014).

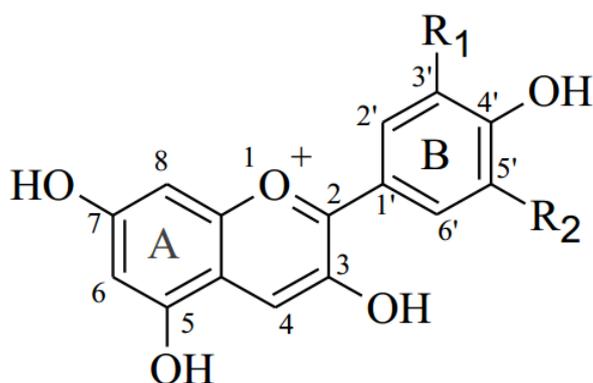


Figura 7: Estructura de antocianinas
Fuente: Durst y Wrolstad, 2001.

Carotenoides: Son colorantes orgánicas solubles en grasa, por sus características fisicoquímicas. Los carotenoides tienen un compromiso de la gran cantidad de los colores, verdes, anaranjados y rojos que se encuentran en los vegetales y animales. Se dividen en

caroteno y xantofilas; los carotenos poseen carbono e hidrógeno en sus moléculas mientras que las xantofilas poseen por carbono, hidrógeno y un átomo de hidrógeno (Reyes, 2014).

Flavonoides: es un grupo aromático, pigmentos heterocíclicos que incluyen oxígeno dispersado en las plantas, forman la gran mayoría de pigmentos naturales de color amarillo, rojo y azul que son extraídos de plantas y frutas; flavonoides mejoran la absorción cuidándola de la oxidación, químicamente los flavonoides son de origen fenólicos y poseen dos anillos aromáticos como son: bencénicos enlazados por un puente de tres átomos de carbono, con una forma general C₆-C₃-C₆ capaces de formar un tercer anillo (Figura 8). Los anillos son conocidos A, B, C; los átomos de carbono individuales son referidos por un sistema numérico, que usa números comunes para los anillos de A y C y números primos para el anillo B (Reyes, 2014).

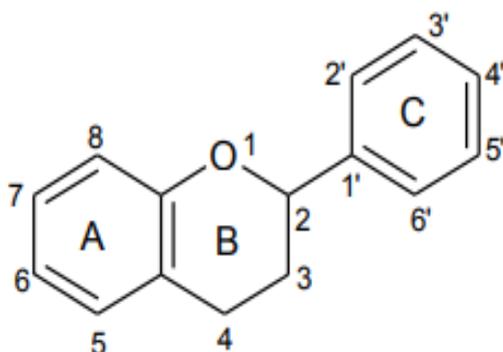


Figura 8: Estructura de flavonoides

Fuente: Pérez, 2003.

Porfirinas: Presenta una estructura plana por lo que abarcan numerosas y dobles enlaces conjugados, que concluye el espectro de absorción en lo evidente, asimismo son reemplazadas por 8 posiciones, en cada pirrol se encuentran dos Porfirinas (Figura 9), las más importantes en el ámbito biológico son uroporfirinas, coproporfirinas y mayormente las protoporfirinas. Poseen 3 grupos compuestos como la clorofila que se genera con la reducción con una de las unidades de pirrol en el anillo de porfirina (Reyes, 2014).

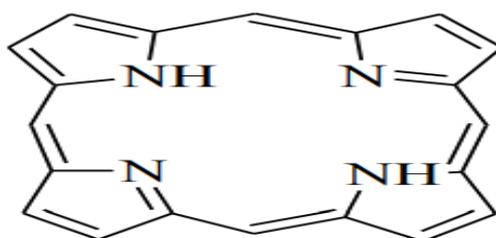


Figura 9: Estructura de porfirina

Fuente: Reyes, 2014

Grafeno: posee una estructura nanométrica bidimensional de átomos de carbono que se encuentran fuertemente enlazados en un espacio sutilmente llano, con ondas, de un átomo de grosor, tiene una forma parecida a una capa de panal de abejas (Figura 10). Por su composición atómica hexagonal la cual de esta composición se desligan las propiedades del grafeno como son: propiedades electrónicas, mecánicas y químicas (Rodríguez, 2012).

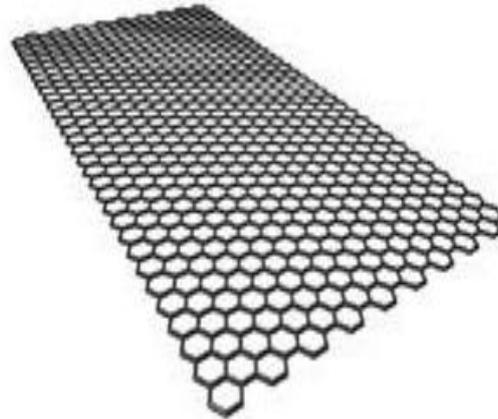


Figura 10: Estructura de grafeno en forma de mallas

Fuente: López, 2011.

Propiedades electrónicas del grafeno: El grafeno tiene un orden hexagonal de átomos de carbono con un tipo de hibridación de sp^2 , la cual lleva a una estructura trigonal plana donde cada átomo de carbono crea un enlace covalente σ con otros tres átomos cercanos; el orbital $2p_z$ restante se puede observar a manera de un par de lóbulos dirigidos perpendicularmente al plano y provoca un solapamiento contiguo entre estos, originando un estado electrónico no localizado llamado orbital π , si el electrón se encuentra en los orbitales está debidamente unido y permite pasar de orbital a orbital cogiendo la apariencia de partición electrónica constante por la parte alta y baja del plano del grafeno, lo que determina las propiedades electrónicas de este material es el enorme movimiento de los electrones π no localizados que se encuentran en dirección semejante al plano (Rodríguez, 2012).

En la formulación del problema, se presenta primero el problema general de investigación:

¿En qué medida la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano es mayor con la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva?

Luego los problemas específicos de investigación:

¿Cuál es el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano para generación de energía eléctrica?

¿Cuál es el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva para generación de energía eléctrica?

La justificación del estudio para el presente trabajo de investigación se propone el uso de energía renovable como son las celdas solares orgánicas a partir de grafeno y colorantes naturales (arándano y uva) como una alternativa de solución para disminuir la demanda y contaminación atmosférica, la cual ayudarán a generar energía de manera económica y ecológica utilizando la luz natural del sol y transformándola en energía eléctrica, es por ello, que por medio de estas celdas solares orgánicas se puede generar una alta conductividad eléctrica debido a su capacidad fotovoltaica, flexibilidad y a su alta eficiencia.

Se presentan las hipótesis, primero se menciona la hipótesis general de investigación:

La eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano es mayor que la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva.

Luego, las hipótesis específicas de investigación:

El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano se ajusta a una distribución normal.

El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva se ajusta a una distribución normal.

Se presentan los objetivos, primero se menciona el objetivo general de la investigación:

Comparar la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano con la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva.

Los objetivos específicos de investigación son:

Determinar el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y arándano para generación de energía eléctrica.

Determinar el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva para generación de energía eléctrica.

II. MÉTODO

2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Conde (2016). Manifiesta que la investigación aplicada precisa percibir para proceder y ejercer (corregir, conservar, rehacer o modificar radicalmente algún aspecto de la realidad social).

Por ello, el presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, al utilizar grafeno y colorantes naturales como arándano y uva para elaborar celdas solares orgánicas, con el fin de encontrarle un aprovechamiento y generar energía eléctrica y dejar de utilizar energías convencionales.

Según Hernández, R. et al. (2014). Manifiesta que existe una sub clase en el diseño de estudio pre-experimental llamado diseño de pre-prueba/pos- prueba con un solo grupo, que consta en desarrollar dos mediciones a la variable dependiente antes y después del proceso.

El diseño de la investigación correspondiente a un estudio experimental. Se aplicó el diseño de pre prueba/ pos prueba con un solo grupo, ya que el grupo está constituido por las celdas solares orgánicas, se le aplicó un análisis previo al proceso con grafeno. Finalmente se realizó una prueba posterior al proceso, se le diagnosticara la eficiencia de las celdas solares orgánicas usando grafeno para obtener una energía limpia. El esquema a utilizar es siguiente:

G: O1-----X-----O2

Dónde:

G: Celdas solares orgánicas.

O1: Análisis experimental inicial de celdas solares orgánicas.

X: Técnica de aplicación de grafeno, TiO₂, y colorante (arándano y uva) a nivel laboratorio.

O2: Análisis experimental final de celdas solares orgánicas.

2.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables

En la tabla 1 se clasifican las variables que se estudiaron en la investigación:

Tabla 1: Variables de investigación

Variables de investigación	Tipo
Celdas solares orgánicas a base de grafeno, TiO₂ y colorante (arándano y uva)	Variable independiente
Generación de energía eléctrica	Variable dependiente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/ UNIDAD
VARIABLE INDEPENDIENTE	Celdas solares orgánicas a base de grafeno, TiO2 y colorante (arándano y uva)	Las celdas solares orgánicas son dispositivos fotovoltaicos cuya función se basa en transformar la energía radiada del sol en energía eléctrica en el espectro visible y parte del infrarrojo cercano [...].El aprovechamiento de la luz solar se obtiene de la energía, ya que se considera una energía limpia (Canseco, 2016).	Para estudiar las celdas solares orgánicas se estudia el, colorante (arándano y uva) y las características de la celda.	Colorante de arándano y uva	Peso del colorante	Kg
					Temperatura del secado	°C
				Característica de la celda	Voltaje	V
					Factor de llenado	%
					Eficiencia	%
					Conductividad eléctrica	S.m-1
					Conductividad Térmica	W/mk
					Resistencia	Ohm
Espesor	um					
VARIABLE DEPENDIENTE	Generación de energía eléctrica	La energía es parte de la vida humana, desde hace muchos años, actualmente el uso de energía ha aumentado a un ritmo muy acelerado, debido al crecimiento poblacional, estilo de vida moderno y rápida industrialización. Las fuentes primarias de energía son los combustibles fósiles, energía nuclear, energía eólica y energía solar (Gonzales, 2015).	Para medir la energía se estudia la producción de energía.	Producción de energía	Radiación solar	w/m ²
					Carga	q
					Intensidad	A
					Potencia	W

Fuente: Elaboración propia, 2019

2.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

2.2.1 POBLACIÓN

Celda solar con colorante obtenida de cáscara de arándano y uva.

2.2.2 MUESTRA

Celda solar orgánica con colorantes obtenida de cáscara de arándano y uva.

2.2.3 MUESTREO

El tipo de muestreo aplicado en el presente trabajo de investigación fue probabilístico, ya que para obtener las muestras no dependen de probabilidades, sino de valores que se logran alcanzar en concordancia a las características de la investigación.

2.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Tabla 3: Cuadro de las etapas del proyecto de investigación

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
Determinación del área de estudio	Laboratorio	Observación	Ficha de ubicación del área de estudio (Anexo 1)	Se determinó la ubicación del área de estudio
Fabricación de la celda con pasta y colorante (arándano y uva)	Laboratorio	Observación	Ficha de fabricación de la celda con pasta y colorante (arándano y uva) (Anexo 2)	Celda solar con pasta y colorante
Medición de intensidad y voltaje en la celda	Laboratorio	Observación	Ficha de medición de medición de intensidad y voltaje en la celda (Anexo 3)	Intensidad y voltaje de la celda
Determinación de la eficiencia	Laboratorio	Observación	Ficha de determinación de la eficiencia (Anexo 4)	Se determinó la eficiencia
Análisis estadístico de los resultados	Gabinete	Análisis de documento	Ficha de resultados (Anexo 5)	Se analizaran los resultados estadísticamente

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se describen las etapas del proyecto de investigación:

ETAPA 1: Determinación del área de estudio

En esta etapa se identificó el lugar donde se va a realizar los procesos para la fabricación de las celdas solares orgánicas, usando como técnica la observación. Teniendo como instrumento la ficha de ubicación del área de estudio.

ETAPA 2: Fabricación de la celda con pasta y colorante (arándano y uva)

En esta etapa se fabricó la pasta de grafeno y TiO_2 , asimismo se fabricó el colorante obtenido de la cáscara de la fruta de arándano y uva para posteriormente fabricar la celda solar orgánica con colorante de arándano y uva, con diferentes cantidades de grafeno y TiO_2 , aplicando la técnica de experimentación. Se dará uso del instrumento de la ficha de fabricación de la celda con pasta y colorante (arándano y uva).

ETAPA 3: Medición de intensidad y voltaje en la celda

En esta tercera etapa se realizó la medición del voltaje e intensidad de las celdas solares orgánicas ya fabricadas con diferentes cantidades de grafeno y TiO_2 para ello se utilizó un multítester digital, se usó un cronómetro para medir el tiempo en minutos, la técnica usada para esta etapa será la experimentación, con ello se usará el instrumento ficha de medición de medición de intensidad y voltaje en la celda.

ETAPA 4: Determinación de la eficiencia

En esta cuarta etapa se realizó la determinación de la eficiencia de la celda solar orgánica a partir de los valores ya determinados de voltaje e intensidad y su área de la celda utilizado fórmulas de factor de llenado y eficiencia, se usó como técnica de experimentación y apoyándose con el instrumento de la ficha de determinación de la eficiencia.

ETAPA 5: Análisis estadístico de los resultados

En esta última etapa se realizaron los análisis estadísticos a base del SPSS, usando como técnica análisis de documentos, teniendo como instrumento la Ficha de resultados.

Materiales, equipos y herramientas empleadas para el correcto desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 4: Materiales y Equipos

Materiales y herramientas	Equipos
02 kg de arándano	01 Balanza analítica
02 kg de uva	01 Multitester
07 LT Agua des ionizada	01 Agitador magnético
ACIDO CLORHIDRICO	01 Estufa
GRAFITO	01 Microondas
ACIDO ASCORBICO	01 Bomba de vacío
PEROXIDO DE HIDROGENO	01 zonificador
DIOXIDO DE TITANIO	01 Enmicadora
ETANOL	01 cronometro
AGUA DESTILADA	
YODO METÁLICO	
YODO YODURO	
REGLA	
01 Par de guantes de protección	
01 TIJERA	
01 LAPICERO	
01 LIBRETA	

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1 VALIDEZ

Para la validación de los instrumentos se sometió por tres expertos que evaluaron los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de la presente investigación, siendo el promedio de 86.6%.

Tabla 5: Validación de instrumentos

Nº	Nombre de los especialistas	Calificación
01	Valverde Flores, Jhonny Wilfredo	90%
02	Jave Nakayo, Jorge Leonardo	85%
03	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	85%
PROMEDIO		86.6%

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2 CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO

Según Hernández et al (1996) indican que “la confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados” (p. 242).

Se calculó la confiabilidad de instrumentos mediante la cantidad de datos obtenidos a través de uso de los instrumentos en el desarrollo de la presente investigación.

2.3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Mediante la generación de los gráficos se podrá realizar el análisis descriptivo de acuerdo a la fabricación de las celdas solares orgánicas a partir de la utilización de grafeno, dióxido de titanio y colorante de arándano y uva.

Los datos recolectados de la fabricación de celdas solares orgánicas fueron analizados estadísticamente mediante el uso de software SPSS y Excel.

2.3.4 ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación titulado “celdas solares orgánicas para generar energía a base de grafeno” considerará los criterios éticos de la autenticidad y validez de los resultados.

III. RESULTADOS

ETAPA 1: Determinación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio ya que, ahí se realizaron todas las etapas para la fabricación de las celdas solares orgánicas.

ETAPA 2: Fabricación de la celda con pasta y colorante (arándano y uva)

Se fabricó colorante de arándano y uva, y la pasta de grafeno y Dióxido de TiO_2 para la fabricación de la celda solar orgánica. Cabe mencionar que el procedimiento de fabricación de la celda solar orgánica para la presente investigación fue proporcionado por el Dr. Jhonny Valverde Flores.

a. Obtención del colorante naturales

- Se utilizaron 2 kg de arándano y 2 kg de uva, estas muestras se lavaron con agua desionizada para eliminar las partículas de polvo, luego se realizó el pelado para obtener la cáscara, una vez obtenida la cáscara se lavó con agua desionizada para quitar algunos residuos de que quedan de la pulpa.



Figura 11: Materia prima (arándano_ uva)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Una vez obtenida la cáscara se pesó en una balanza analítica utilizando una luna de reloj, donde el arándano tuvo un peso inicial de 134.44 g y la uva 169.87 g.



Figura 12: Cascara de arándano y uva

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Después se llevó al laboratorio y se dejó secar en una estufa a una temperatura de 70°C, donde el tiempo de secado fue de tres días, y peso final de arándano fue de 18.07 g y el peso final de la uva fue de 26.93 g.



Figura 13: Secado de la cascara de arándano y uva

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Después del secado en la estufa, las muestras fueron trituradas con un mortero para producir un polvo fino.

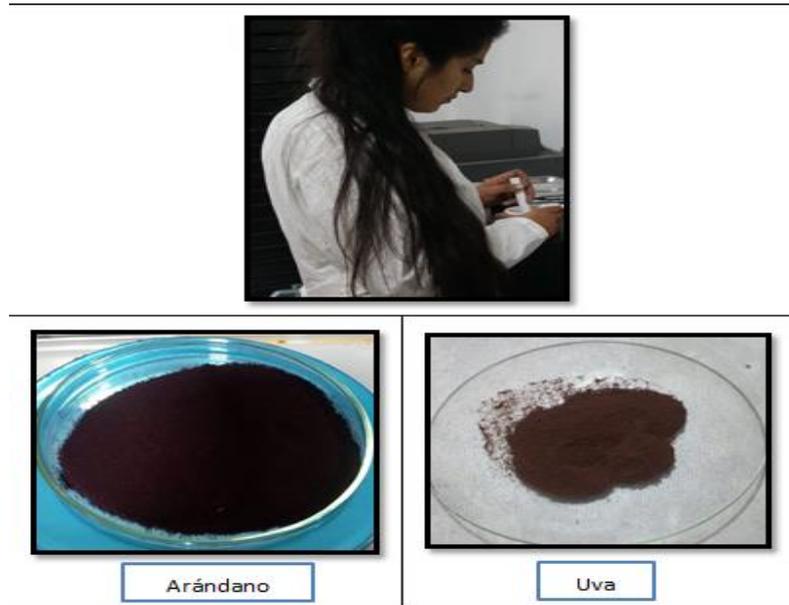


Figura 14: Triturado de la cascara de arándano y uva

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Se preparó en un matraz Erlenmeyer una solución al 1% de ácido clorhídrico que equivale a 2.7mL con 97.3mL de agua desionizada.



Figura 15: Preparación de solución de ácido clorhídrico (1%) con agua desionizada

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- En un vaso precipitado se mezclaron 2 gr de polvo de arándano con 50 mL de la solución preparada de ácido clorhídrico a 1% y agua desionizada usando un agitador magnético durante 2 horas para dispersar el polvo por completo y luego se filtró. La misma cantidad de polvo de uva se mezcló con 50mL de la solución preparada de

ácido clorhídrico al 1% y agua desionizada usando un agitador magnético durante 2 horas y luego se filtró.



Figura 16: Elaboración del colorante de arándano y uva

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Luego de haber filtrado el arándano y uva se llevó nuevamente a la estufa para el secado a una temperatura de 70 °C durante dos días, una vez secado se trituro con el mortero hasta que quede en polvo.

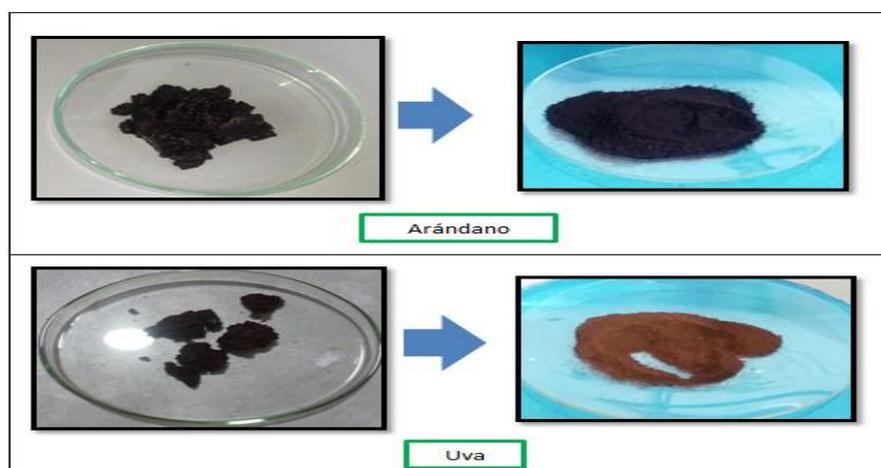


Figura 17: Obtención del colorante en polvo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Obtención de nanopartículas de dióxido de titanio

- En un matraz se prepararon 20 gr de dióxido de titanio con 80mL de etanol, luego se tapó con papel aluminio para evitar que el etanol se volatilice y se llevó al ultrasonido durante 2 horas, luego se filtró y el material sólido obtenido se lavó con agua destilada y se secó en la mufla durante 2 horas a una temperatura de 80°C y luego se trituro con el mortero.



Figura 18: Proceso para la obtencion de particulas de TiO_2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

c. Obtención del grafeno

- Se extrajo el grafito de 20 pilas, luego se utilizó un martillo y un mortero para triturar el grafito.



Figura 19: Obtención del grafito

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- En un vaso precipitado se prepararon 5 gramos de grafito en 500mL de agua desionizada poco a poco se agregó 10 g ácido ascórbico y se colocó en el agitador magnético durante 1 hora, gota a gota se agregaron 30mL de peróxido de hidrogeno, luego se dejó por 2 horas en el sonificador a 40 KHz, se agregaron

nuevamente 10 g ácido ascórbico y se agito con la Bageta. Finalmente se filtró y se dejó secar.



Figura 20: Proceso para obtener grafeno

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Fabricación de la celda

Se cortó la mica a 11 cm de largo x 7 cm de ancho, y se insertó en un recipiente pírrex. Luego se colocaron varillas de cobre. Posteriormente se extrajo el aire del recipiente hasta obtener un vacío utilizando una bomba de vacío en un tiempo de 15 minutos. En seguida se llevó al microondas 6 veces cada 10 segundos, este mismo procedimiento se realizó con el aluminio.

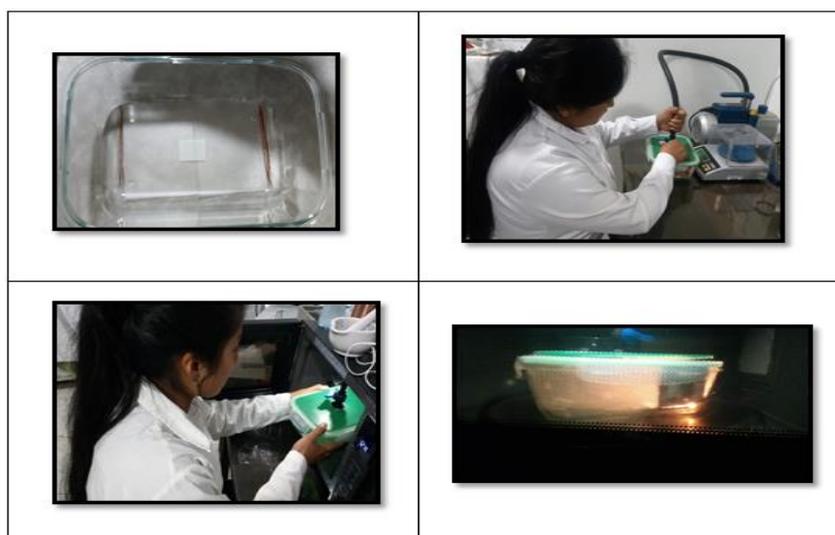


Figura 21: Obtención de iones de cobre y aluminio en las micas

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Se preparó el electrolito con 0.15 de yodo yoduro y 0.1 de yodo metálico con 1mL de agua desionizada.

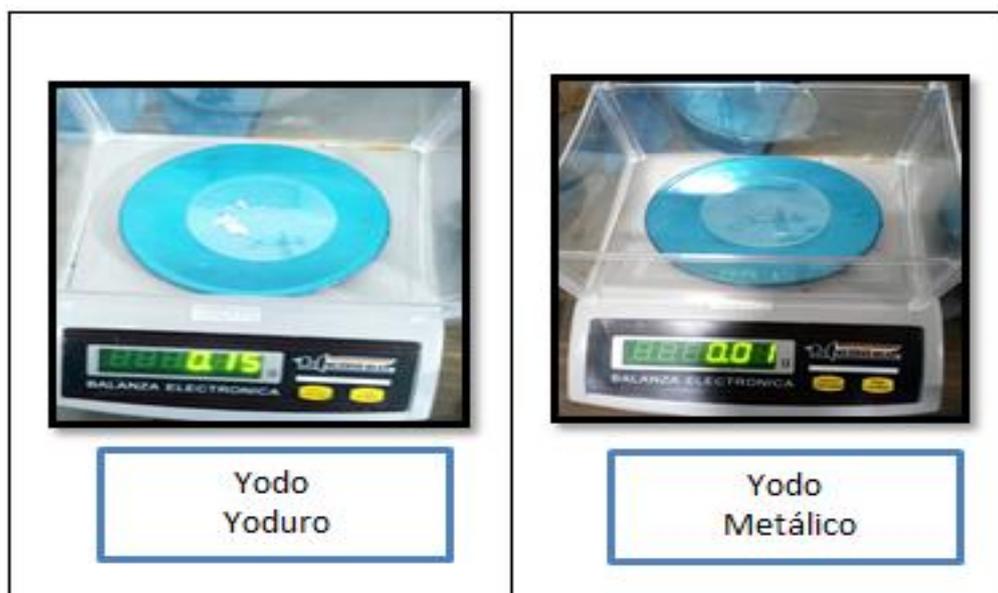


Figura 22: Preparación del electrolito

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se fabricaron 17 celdas; cuales se distribuyeron de la siguiente manera.

Tabla 6: Cuadro de características de las celdas solares orgánicas

código	Relación grafeno/tio2	fruta	tiempo de secado
CSO-U-1H	3:1	Uva	1 hora
CSO-U-1H	1:3.	Uva	1 hora
CSO-U-1H	1:1	Uva	1 hora
CSO-A-1H	3:1	Arándano	1 hora
CSO-A-1H	1:3.	Arándano	1 hora
CSO-A-1H	1:1	Arándano	1 hora
CSO-A-1D	3:1	Arándano	1 día
CSO-A-1D	1:1	Arándano	1 día

CSO-A-3H	3:1	Arándano	3 horas
CSO-A-3H	1:3.	Arándano	3 horas
CSO-A-3H	1:1	Arándano	3 horas
CSO-U-3H	3:1	Uva	3 horas
CSO-U-3H	1:3.	Uva	3 horas
CSO-U-3H	1:1	Uva	3 horas
CSO-U+A-3H	3:1	Uva + arándano	3 horas
CSO-U+A-3H	1:3.	Uva + arándano	3 horas
CSO-U+A-3H	1:1	Uva + arándano	3 horas

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

C: Celda	S: Solar	O: Orgánica	U: uva	A: Arándano	H: hora	D: Día
----------	----------	-------------	--------	-------------	---------	--------

- Se pintaron las micas con colorante de arándano y uva.



Figura 23: Micas pintadas en colorante (arándano_ uva)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Se utilizaron diferentes proporciones de grafeno y TiO_2 ; muestra 1, 1:1(1g grafeno y 1g TiO_2); muestra 2, 3:1(1.5g grafeno y 0.5 g TiO_2); muestra 3, 1:3(0.5g grafeno y 1.5g TiO_2).

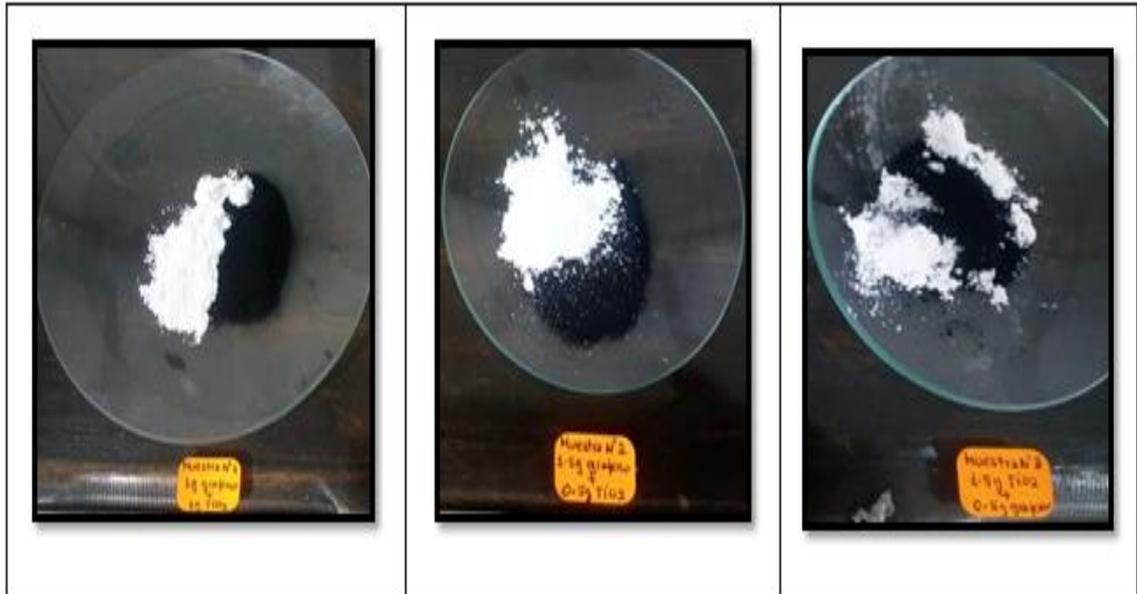


Figura 24: Cantidades de TiO_2 y grafeno

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Se mezcló el grafeno y TiO_2 y se añade 16 gotas de electrolito (yodo yoduro y yodo metálico) para formar una pasta, para luego agregar a la mica ya pintada con colorante.



Figura 25: Pasta de grafeno y TiO_2 en las micas

Fuente: Elaboración propia, 2019.

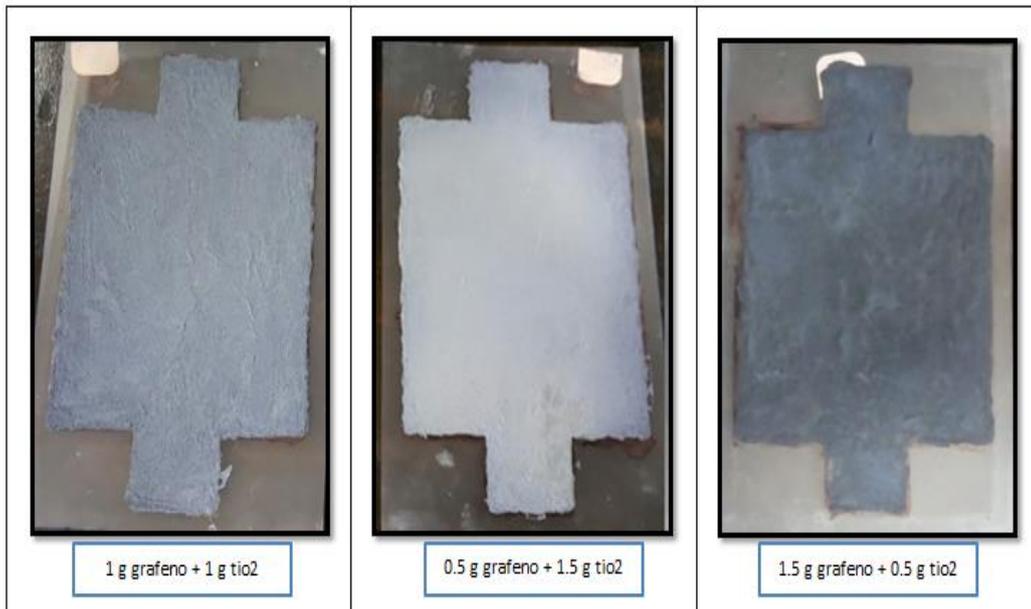


Figura 26: Celdas solares orgánicas con diferentes cantidades y TIO2

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Celda solar orgánica con colorante de uva con 1 hora de secado, CSO-U-1H 3:1 (1.5 g grafeno con 0.5g TiO₂), CSO-U-1H 1:3 (0.5 g grafeno con 1.5 g TiO₂), CSO-U-1H 1:1 (1 g grafeno con 1 g TiO₂).
- Celda solar orgánica con colorante de arándano con 1 hora de secado, CSO-A-1H 3:1 (1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂), CSO-1-1H 1:3 (0.5 g grafeno y 1.5 g TiO₂), CSO-A-1H 1:1 (1g grafeno y 1 g TiO₂)
- Celda solar orgánica con colorante de arándano con 1 día de secado, CSO-A-1D 3:1 (1.5 g grafeno con 0.5 g TiO₂), CSO-A-1D 1:3 (0.5 g grafeno con 1.5 g TiO₂), CSO-A-1D 1:1 (1 g grafeno con 1 g TiO₂).
- Celda solar orgánica con colorante de uva con 3 horas de secado, CSO-U-3H 3:1 (1.5 g grafeno con 0.5 g TiO₂), CSO-U-3H 1:3 (0.5 g grafeno con 1.5 g TiO₂), CSO-U-3H 1:1 (1 g grafeno con 1g TiO₂).
- Celda solar orgánica con colorante de arándano, CSO-A-3H 3:1 (1.5 g grafeno con 0.5 gramos TiO₂), CSO-A-3H 1:3 (0.5 g grafeno con 1.5 TiO₂), CSO-A-3H 1:1 (1 g grafeno con 1 g de TiO₂).
- Celda solar orgánica con colorante de uva + arándano, CSO-U+A-3H 3:1 (1.5g grafeno con 0.5 g TiO₂), CSO-U+A-3H 1:3 (0.5 g grafeno con 1.5 g TiO₂), CSO-U+A-3H 1:1 (1g grafeno y 1g TiO₂).

La celda solar orgánica tiene un espesor de 0.66 mm y la radiación fue de 11 w/m².

Conductividad térmica:

- a. Cobre: 372,1 – 385.2 w/(k .m)
- b. Tio2: 21 w/(k .m)
- c. Aluminio: 273 w/(k .m)
- d. Mica: 0.35 w/(k .m)

Fuente: Fernández, 2010

Conductividad eléctrica:

- a. Grafeno: 98.6×10^6 (Sm⁻¹)
- b. Cobre: 59.6×10^6 (Sm⁻¹)
- c. Aluminio: 37.8×10^6 (Sm⁻¹)
- d. Mica: $10^{-11} \times 10^{-15}$ (Sm⁻¹)
- e. Agua desionizada: 5.5×10^6 (Sm⁻¹)

Fuente: Fernández, 2010.

Potencia:

Celda solar orgánica toda completa

$$P = 1000 \text{ W/m}^2 \times 0.0048 \text{ m}^2 = 4.8 \text{ w}$$

Celda solar orgánica con siete líneas

$$P = 1000 \text{ W/m}^2 \times 0.003441 \text{ m}^2 = 3.441 \text{ w}$$

Panel solar

$$P = 1000 \text{ W/m}^2 \times 0.098496 \text{ m}^2 = 98.496 \text{ w}$$

Tabla 7: Resistencia de las celdas solares orgánicas

CODIGO	CANTIDAD	RESISTENCIA
CSO-A-1D	1 g grafeno + 1 g TiO ₂	$R = \frac{0.41}{0.018} = 22.7$
CSO-A-1D	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.57}{0.104} = 5.48$
CSO-A-1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$R = \frac{0.32}{0.009} = 35.5$
CSO-A-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.64}{0.076} = 8.42$
CSO-A-1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$R = \frac{0.33}{0.005} = 66$
CSO – U – 1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$R = \frac{0.39}{0.018} = 21.7$
CSO-U-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.30}{0.012} = 25$
CSO – U – 1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$R = \frac{0.25}{0.0024} = 104.2$
CSO – A - 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$R = \frac{0.25}{0.007} = 3.33$
CSO – A - 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.76}{0.075} = 10.13$
CSO – A - 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$R = \frac{0.44}{0.002} = 220$
CSO – A+U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$R = \frac{0.19}{0.009} = 21.11$
CSO – A+U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.67}{0.019} = 35.26$
CSO – A+U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$R = \frac{0.34}{0.0028} = 121.43$
CSO – U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$R = \frac{0.43}{0.012} = 35.8$
CSO – U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$R = \frac{0.32}{0.014} = 22.9$
CSO – U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$R = \frac{0.43}{0.013} = 33.08$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 8: Carga de las celdas solares orgánicas

CODIGO	CANTIDAD	CARGA
CSO-A-1D	1 g grafeno + 1 g TiO ₂	$c = \frac{0.018}{20} = 9 \times 10^{-4}$
CSO-A-1D	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.104}{15} = 6.93 \times 10^{-3}$
CSO-A-1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$c = \frac{0.009}{30} = 3 \times 10^{-4}$
CSO-A-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.076}{18} = 4.2 \times 10^{-3}$
CSO-A-1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$c = \frac{0.005}{20} = 2.5 \times 10^{-4}$
CSO – U – 1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$c = \frac{0.018}{18} = 1 \times 10^{-3}$
CSO-U-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.012}{18} = 6.6 \times 10^{-4}$
CSO – U – 1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$c = \frac{0.0024}{18} = 1.3 \times 10^{-4}$
CSO – A - 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$c = \frac{0.007}{18} = 3.8 \times 10^{-4}$
CSO – A - 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.075}{20} = 3.75 \times 10^{-3}$
CSO – A - 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$c = \frac{0.002}{20} = 1 \times 10^{-4}$
CSO – A+U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$c = \frac{0.009}{22} = 4.09 \times 10^{-4}$
CSO – A+U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.019}{43} = 4.42 \times 10^{-4}$
CSO – A+U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$c = \frac{0.34}{0.0028} = 121.43$
CSO – U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$c = \frac{0.012}{18} = 6.6 \times 10^{-4}$
CSO – U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$c = \frac{0.014}{20} = 7 \times 10^{-4}$
CSO – U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$c = \frac{0.013}{18} = 7.2 \times 10^{-4}$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

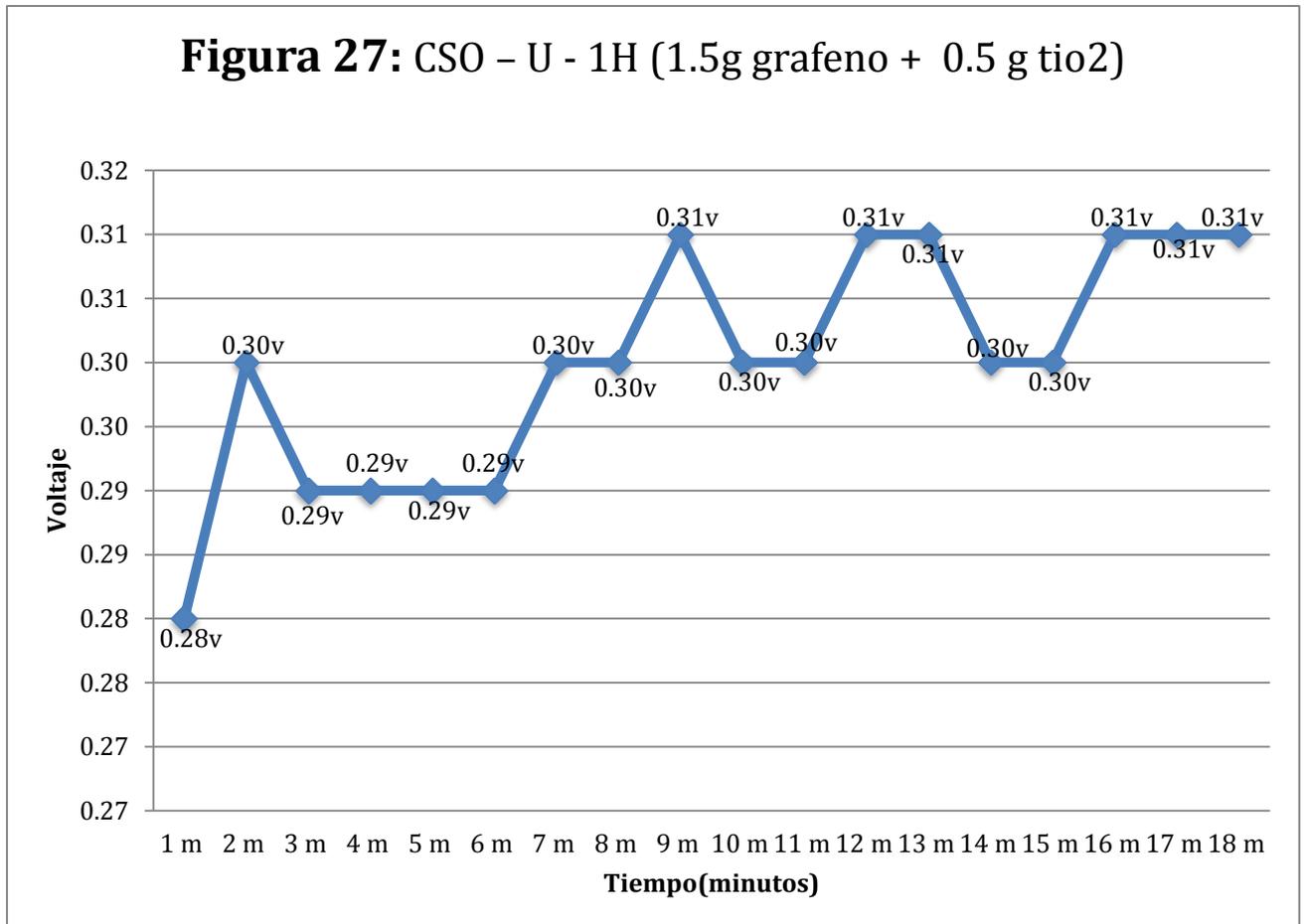
ETAPA 3: Medición de intensidad y voltaje en la celda

Tabla 9: cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado.

CSO – U - 1H (T=23 °C H= 85%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5g grafeno + 0.5 g tio2
1m	0.28 V	0.011 mA	
2m	0.30 V	0.011 mA	
3m	0.29 V	0.012 mA	
4m	0.29 V	0.012 mA	
5m	0.29 V	0.012 mA	
6m	0.29 V	0.012 mA	
7m	0.30 V	0.012 mA	
8m	0.30 V	0.012 mA	
9m	0.31 V	0.012 mA	
10m	0.30 V	0.012 mA	
11m	0.30 V	0.012 mA	
12m	0.31 V	0.012 mA	
13m	0.31 V	0.012 mA	
14m	0.30 V	0.012 mA	
15m	0.30 V	0.012 mA	
16m	0.31 V	0.012 mA	
17m	0.31 V	0.012 mA	
18m	0.31 V	0.012 mA	
PROMEDIO	0.30 V	0.012 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 9 para la celda solar orgánica con uva, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 23°C y 85% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.28 V y una intensidad de 0.011mA , a los 7 minutos el voltaje fue de

30V con una intensidad de 0.012mA y a los 18 minutos se obtuvo un voltaje de 0.31 V con una intensidad de 0.012mA, arrojando un promedio de 0.30 V y 0.012mA.



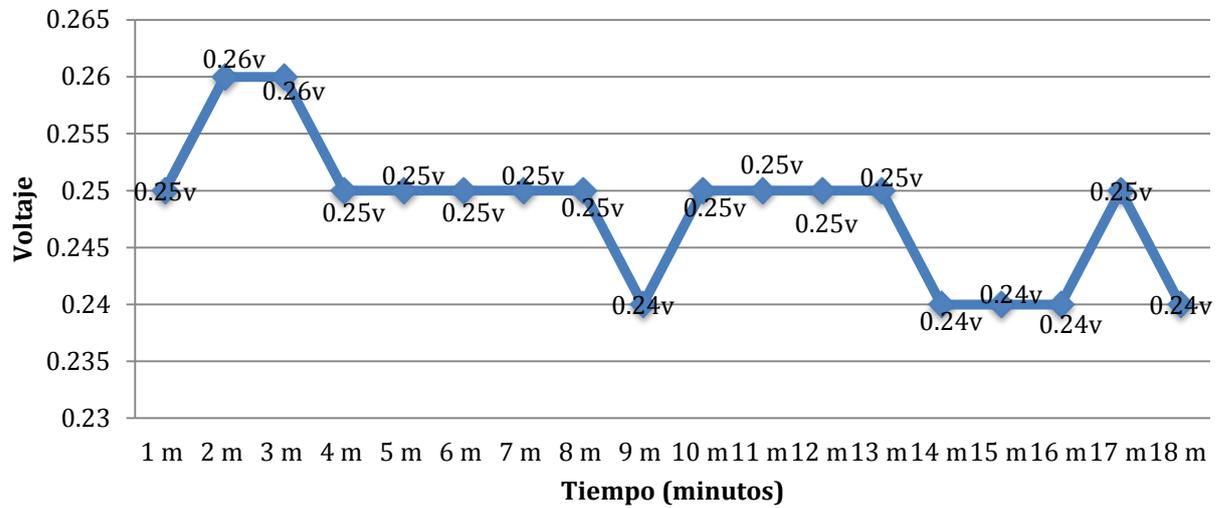
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 27 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.28 V y su voltaje final de 0.31 V. Lo que podemos decir que el voltaje no es constante.

Tabla 10: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado.

CSO – U - 1H (T=21 °C H= 73%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	0.5g grafeno + 1.5 g TiO ₂
1m	0.25 V	0.001 mA	
2m	0.26 V	0.001 mA	
3m	0.26 V	0.001 mA	
4m	0.25 V	0.001 mA	
5m	0.25 V	0.002 mA	
6m	0.25 V	0.001 mA	
7m	0.25 V	0.002 mA	
8m	0.25 V	0.003 mA	
9m	0.24 V	0.002 mA	
10m	0.25 V	0.002 mA	
11m	0.25 V	0.003 mA	
12m	0.25 V	0.003 mA	
13m	0.25 V	0.004 mA	
14m	0.24 V	0.004 mA	
15m	0.24 V	0.003 mA	
16m	0.24 V	0.003 mA	
17m	0.25 V	0.003 mA	
18m	0.24 V	0.004 mA	
PROMEDIO	0.25 V	0.0024 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 10 para la celda solar orgánica con uva, 0.5g de grafeno y 1.5g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 21°C y 73% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.25 V y una intensidad de 0.001mA, a los 9 minutos el voltaje fue de 0.24V con una intensidad de 0.002 mA y a los 18 minutos se obtuvo un voltaje de 0.24 V con una intensidad de 0.004mA, arrojando un promedio de 0.25 V y 0.0024mA.

Figura 28: CSO - U - 1H (0.5g grafeno + 1.5 g TiO₂)



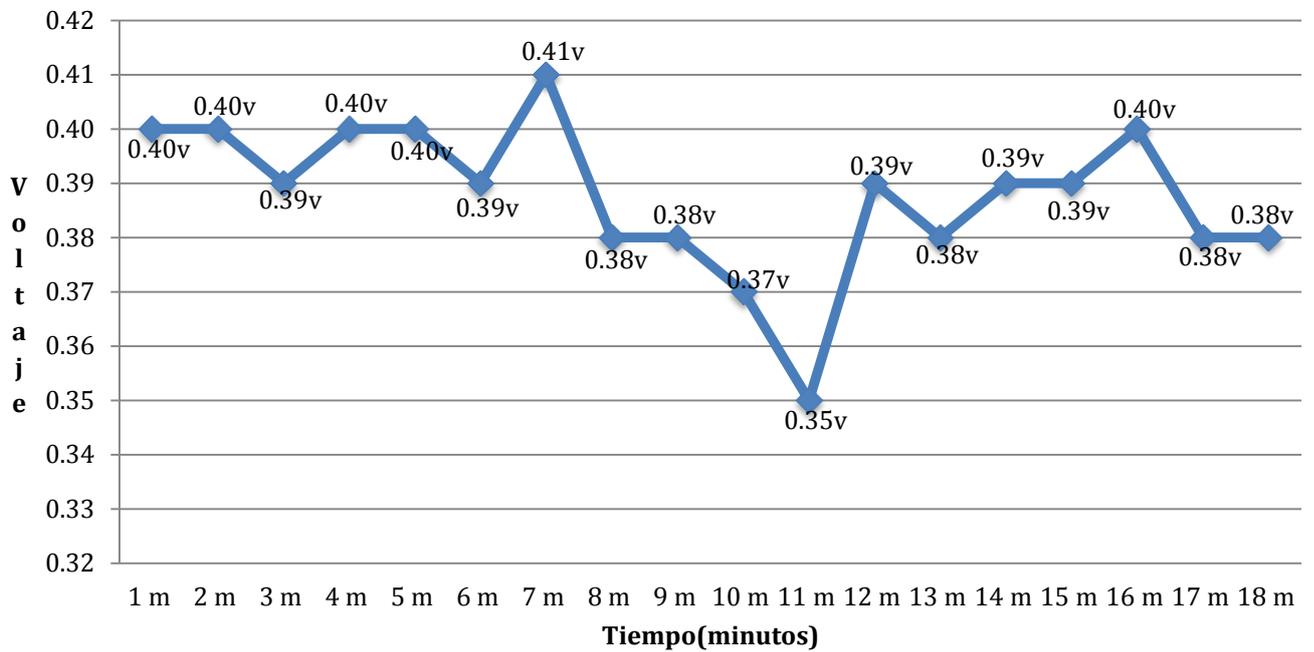
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 28 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 0.5 g grafeno y 1.5 g TiO₂ en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.25 V y su voltaje final de 0.24 V, es decir que los valores de voltaje son más constantes.

Tabla 11: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 1 hora de secado.

CSO – U - 1H (T=21 °C H= 74%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1 g TiO ₂
1m	0.40 V	0.019 mA	
2m	0.40 V	0.018 mA	
3m	0.39 V	0.019 mA	
4m	0.40 V	0.018 mA	
5m	0.40 V	0.017 mA	
6m	0.39 V	0.018 mA	
7m	0.41 V	0.018 mA	
8m	0.38 V	0.020 mA	
9m	0.38 V	0.017 mA	
10m	0.37 V	0.017 mA	
11m	0.35 V	0.018 mA	
12m	0.39 V	0.016 mA	
13m	0.38 V	0.017 mA	
14m	0.39 V	0.017 mA	
15m	0.39 V	0.018 mA	
16m	0.40 V	0.018 mA	
17m	0.38 V	0.019 mA	
18m	0.38 V	0.018 mA	
PROMEDIO	0.39 V	0.018 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 11 para la celda solar orgánica con uva, 1g de grafeno y 1 g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 21°C y 74% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.40 V y una intensidad de 0.019mA, a los 7 minutos se obtuvo un voltaje de 0.41V con una intensidad de 0.018mA y a los 18 minutos el voltaje fue de 0.38 V con una intensidad de 0.018mA, arrojando un promedio de 0.39V y 0.018mA.

Figura 29: CSO - U - 1H (1 g grafeno + 1 g TiO₂)



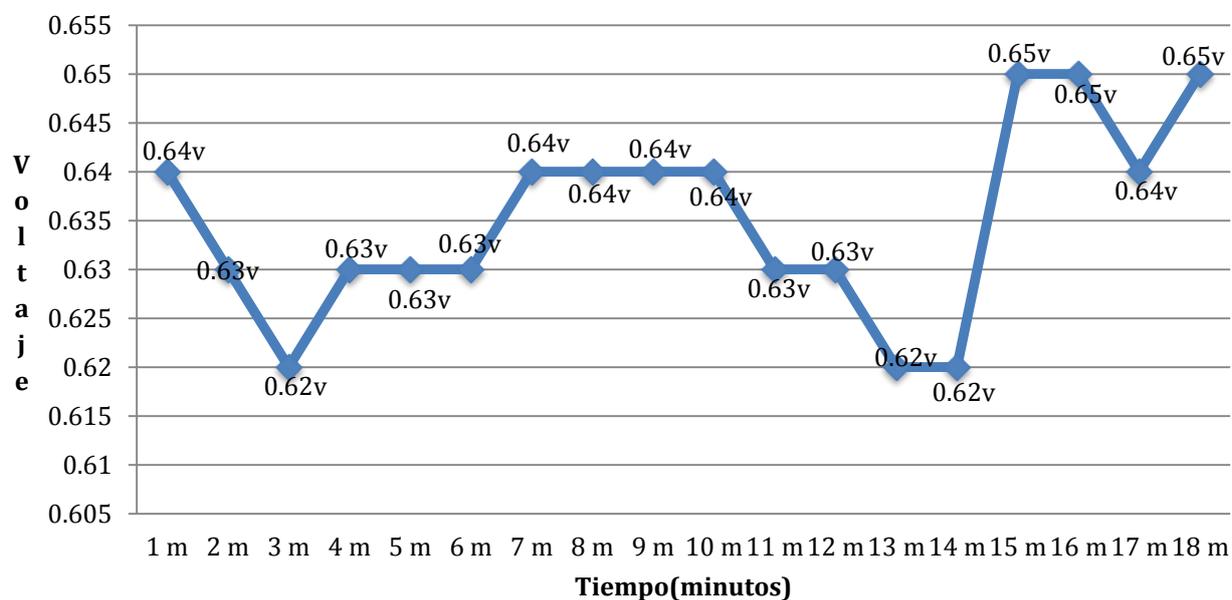
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 29 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 1 g grafeno y 1 g TiO₂ en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.40 V y su voltaje final de 0.38 V. lo que podemos decir que le voltaje no es constante.

Tabla 12: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado.

CSO – A - 1H (T=19 °C H= 84%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5 g grafeno + 0.5 g TiO ₂
1m	0.64 V	0.044 mA	
2m	0.63 V	0.048 mA	
3m	0.62 V	0.051 mA	
4m	0.63 V	0.054 mA	
5m	0.63 V	0.055 mA	
6m	0.63 V	0.057 mA	
7m	0.64 V	0.056 mA	
8m	0.64 V	0.057 mA	
9m	0.64 V	0.056 mA	
10m	0.64 V	0.056 mA	
11m	0.63 V	0.055 mA	
12m	0.63 V	0.056 mA	
13m	0.62 V	0.088 mA	
14m	0.62 V	0.091 mA	
15m	0.65 V	0.115 mA	
16m	0.65 V	0.129 mA	
17m	0.64 V	0.149 mA	
18m	0.65 V	0.151 mA	
PROMEDIO	0.64 V	0.076 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 12 para la celda solar orgánica con arándano, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 19°C y 84% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.64 V y una intensidad de 0.044mA, en el minuto 13m y 14m bajo el voltaje a 62V con una intensidad de 0.088mA y 0.091mA y a los 18 minutos el voltaje fue de 0.65 V con una intensidad de 0.151mA, arrojando un promedio de 0.64V y 0.076mA.

Figura 30: CSO – A - 1H (1.5 g grafeno + 0.5 g TiO₂)



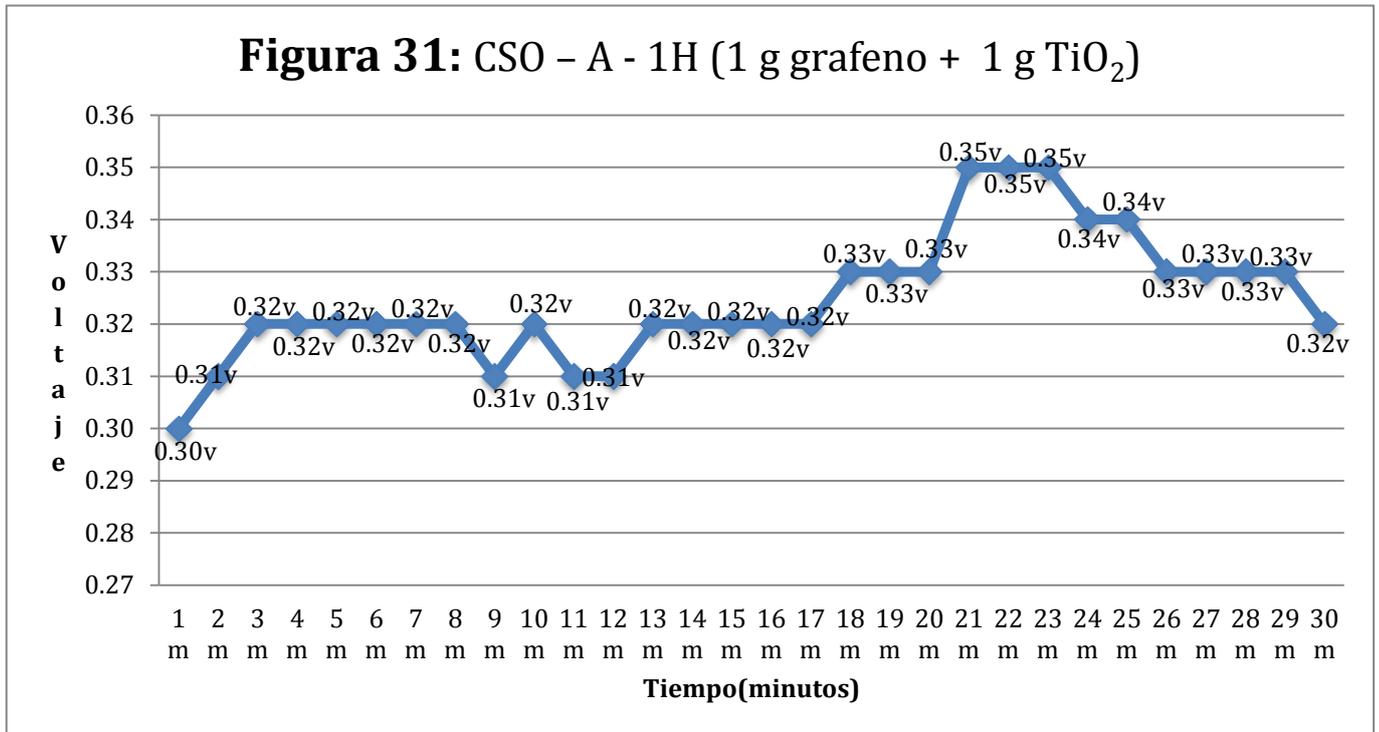
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 30 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.64 V y su voltaje final de 0.65 V, podemos decir que el voltaje aumenta cuando el tiempo aumenta.

Tabla 13: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado.

CSO – A - 1H (T=21 °C H= 73%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1 g TiO ₂
1m	0.30 V	0.008 mA	
2m	0.31 V	0.008 mA	
3m	0.32 V	0.008 mA	
4m	0.32 V	0.009 mA	
5m	0.32 V	0.010 mA	
6m	0.32 V	0.009 mA	
7m	0.32 V	0.010 mA	
8m	0.32 V	0.009 mA	
9m	0.31 V	0.009 mA	
10m	0.32 V	0.009 mA	
11m	0.31 V	0.009 mA	
12m	0.31 V	0.009 mA	
13m	0.32 V	0.008 mA	
14m	0.32 V	0.010 mA	
15m	0.32 V	0.010 mA	
16m	0.32 V	0.010 mA	
17m	0.32 V	0.010 mA	
18m	0.33 V	0.009 mA	
19m	0.33 V	0.009 mA	
20m	0.33 V	0.009 mA	
21m	0.33 V	0.009 mA	
22m	0.35 V	0.009 mA	
23m	0.35 V	0.010 mA	
24m	0.34 V	0.010 mA	
25m	0.34 V	0.009 mA	
26m	0.33 V	0.009 mA	
27m	0.33 V	0.009 mA	
28m	0.33 V	0.009 mA	
29m	0.33 V	0.009 mA	
30m	0.32 V	0.009 mA	
PROMEDIO	0.32 V	0.009 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 13 para la celda solar orgánica con arándano, 1g de grafeno y 1g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 21°C y 73% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.30V y una intensidad de 0.008mA, en el minuto 22m y 23m se obtuvo un voltaje

de 35V con una intensidad de 0.009mA y 0.010mA y a los 30 minutos el voltaje fue de 0.32 V con una intensidad de 0.009mA, arrojando un promedio de 0.32V y 0.009mA.



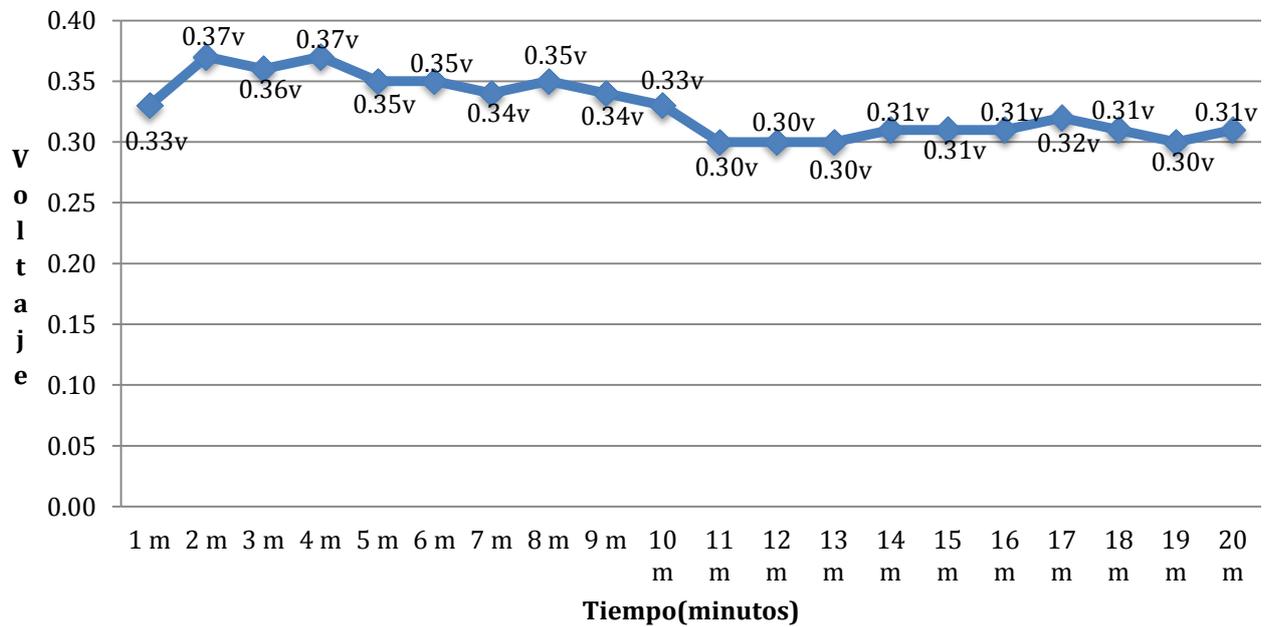
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 31 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1 g grafeno y 1 g Tio2 en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.30 V y su voltaje final de 0.32 V, es decir el voltaje aumenta pero es variable.

Tabla 14: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 hora de secado.

CSO – A - 1H (T=22 °C H= 69%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂
1m	0.33 V	0.001 mA	
2m	0.37 V	0.001 mA	
3m	0.36 V	0.001 mA	
4m	0.37 V	0.001 mA	
5m	0.35 V	0.002 mA	
6m	0.35 V	0.003 mA	
7m	0.34 V	0.002 mA	
8m	0.35 V	0.004 mA	
9m	0.34 V	0.005 mA	
10m	0.33 V	0.004 mA	
11m	0.30 V	0.006 mA	
12m	0.30 V	0.005 mA	
13m	0.30 V	0.005 mA	
14m	0.31 V	0.007 mA	
15m	0.31 V	0.009 mA	
16m	0.31 V	0.010 mA	
17m	0.32 V	0.009 mA	
18m	0.31 V	0.009 mA	
19m	0.30 V	0.008 mA	
20m	0.31 V	0.009 mA	
PROMEDIO	0.33 V	0.005 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 14 para la celda solar orgánica con arándano, 0.5g de grafeno y 1.5g de TiO₂ en una hora de secado a una temperatura de 22°C y 69% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.33 V y una intensidad de 0.001mA, en el minuto 2m se obtuvo un mayor voltaje de 0.37V con una intensidad de 0.001mA, luego en el minuto 17m el voltaje vario a 32V y la intensidad fue de 0,009mA y a los 20 minutos el voltaje fue de 0.31V con una intensidad de 0.009mA, arrojando un promedio de 0.33V y 0.005mA.

Figura 32: CSO – A - 1H (0.5 g grafeno + 1.5 g TiO₂)



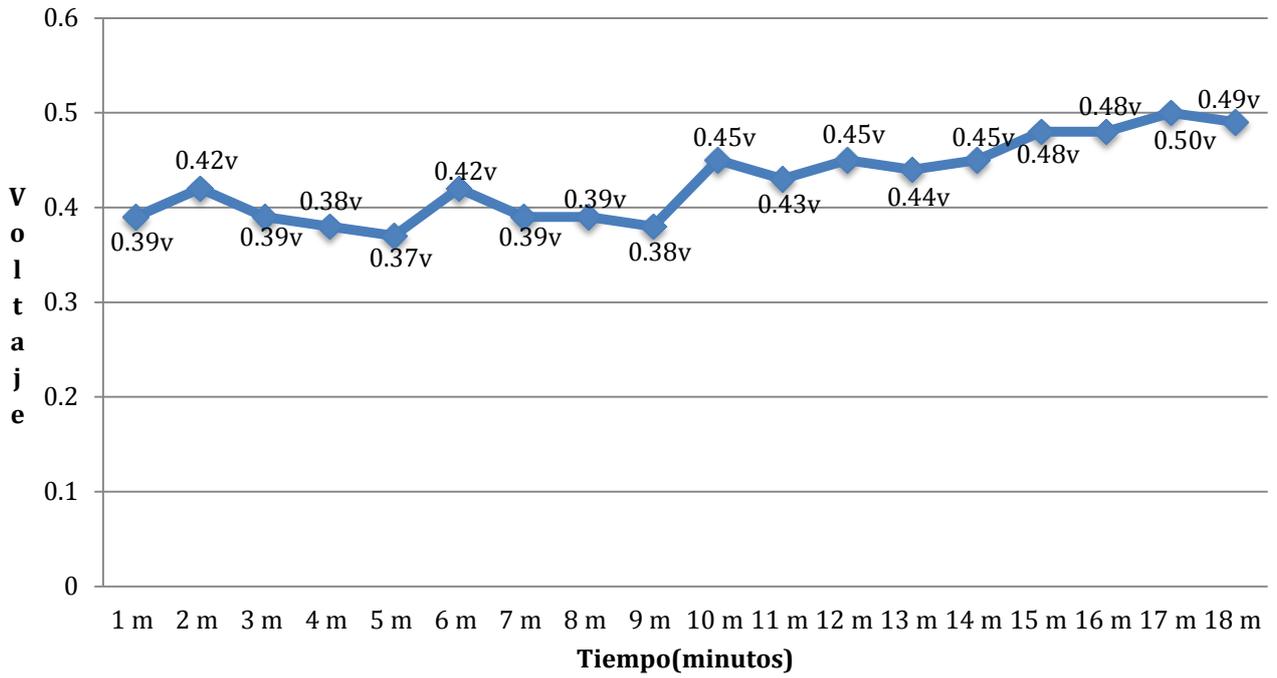
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 32 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 0.5 g grafeno y 1.5g TiO₂ en una hora de secado, tiene un voltaje inicial 0.33 V y su voltaje final de 0.31 V. Podemos decir que el voltaje es variable.

Tabla 15: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 horas de secado.

CSO – U - 3H (T=21 °C H= 71%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1 g TiO ₂
1m	0.39 V	0.005 mA	
2m	0.42 V	0.004 mA	
3m	0.39 V	0.008 mA	
4m	0.38 V	0.008 mA	
5m	0.37 V	0.008 mA	
6m	0.42 V	0.007 mA	
7m	0.39 V	0.006 mA	
8m	0.39 V	0.009 mA	
9m	0.38 V	0.008 mA	
10m	0.45 V	0.012 mA	
11m	0.43 V	0.015 mA	
12m	0.45 V	0.014 mA	
13m	0.44 V	0.017 mA	
14m	0.45 V	0.016 mA	
15m	0.48 V	0.019 mA	
16m	0.48 V	0.018 mA	
17m	0.50 V	0.017 mA	
18m	0.49 V	0.017 mA	
PROMEDIO	0.43 V	0.012 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 15 para la celda solar orgánica con uva, 1g de grafeno y 1g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 21°C y 71% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.39V y una intensidad de 0.005mA, en el minuto 17m se obtuvo un mayor voltaje de 50V y una intensidad de 0.017mA y a los 18 minutos el voltaje fue de 0.49V con una intensidad de 0.017mA, arrojando un promedio de 0.43V y 0.012mA.

Figura 33: CSO - U - 3H (1 g grafeno + 1 g TiO₂)



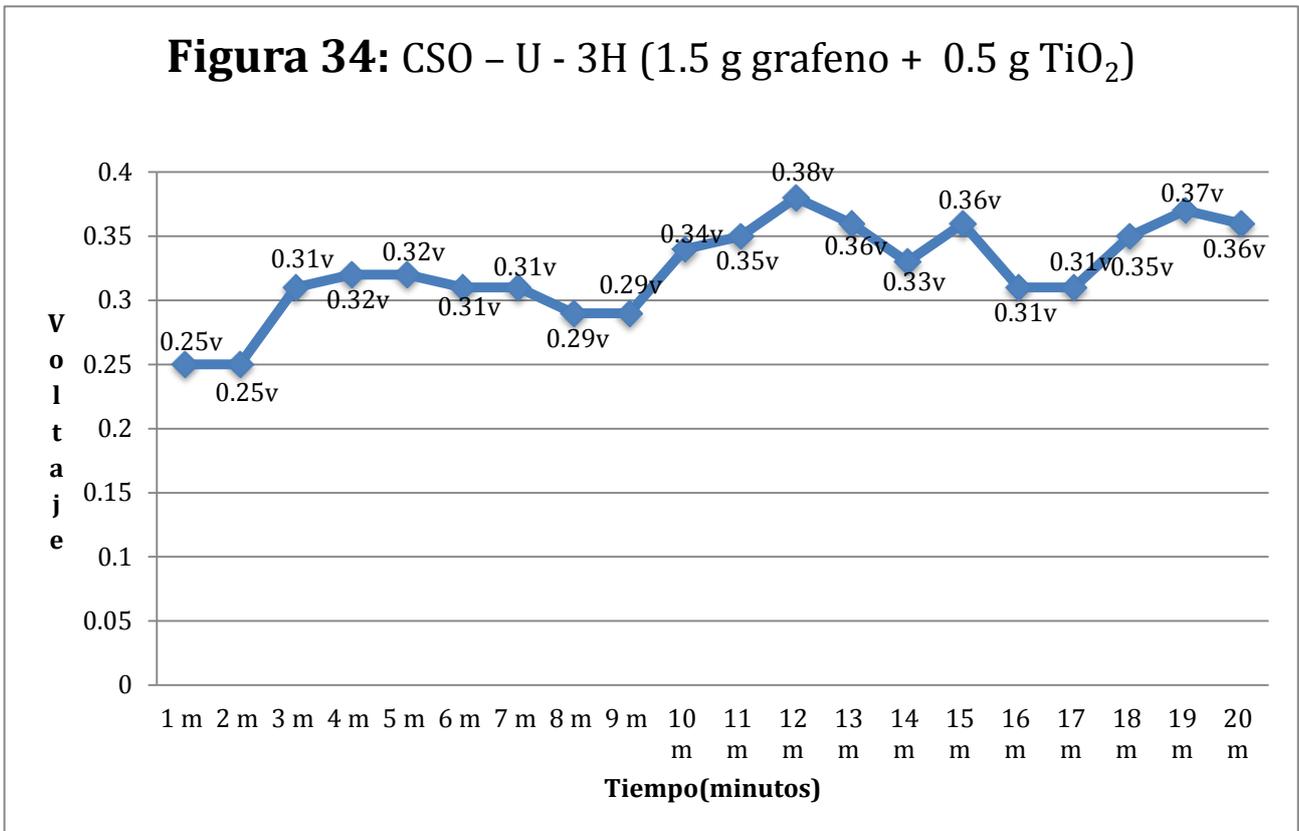
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 33 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 1 g grafeno y 1 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.39 V y su voltaje final de 0.49 V; lo que podemos decir que a mayor tiempo mayor es el voltaje pero es variable.

Tabla 16: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 horas de secado.

CSO – U - 3H (T=22 °C H= 69%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5 g grafeno + 0.5 g TiO ₂
1m	0.25 V	0.003 mA	
2m	0.25 V	0.003 mA	
3m	0.31 V	0.004 mA	
4m	0.32 V	0.006 mA	
5m	0.32 V	0.007 mA	
6m	0.31 V	0.008 mA	
7m	0.31 V	0.009 mA	
8m	0.29 V	0.010 mA	
9m	0.29 V	0.012 mA	
10m	0.34 V	0.015 mA	
11m	0.35 V	0.016 mA	
12m	0.38 V	0.018 mA	
13m	0.36 V	0.020 mA	
14m	0.33 V	0.019 mA	
15m	0.36 V	0.021 mA	
16m	0.31 V	0.020 mA	
17m	0.31 V	0.021 mA	
18m	0.35 V	0.020 mA	
19m	0.37 V	0.021 mA	
20m	0.36 V	0.020 mA	
PROMEDIO	0.32 V	0.014 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 16 para la celda solar orgánica con uva, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 22°C y 69% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.25V y una intensidad de 0.003mA, a los 12 minutos obtuvo un voltaje

máximo de 0.38V y una intensidad 0.018mA y a los 20 minutos el voltaje fue de 0.36V con una intensidad de 0.020mA, arrojando un promedio de 0.32V y 0.014mA.



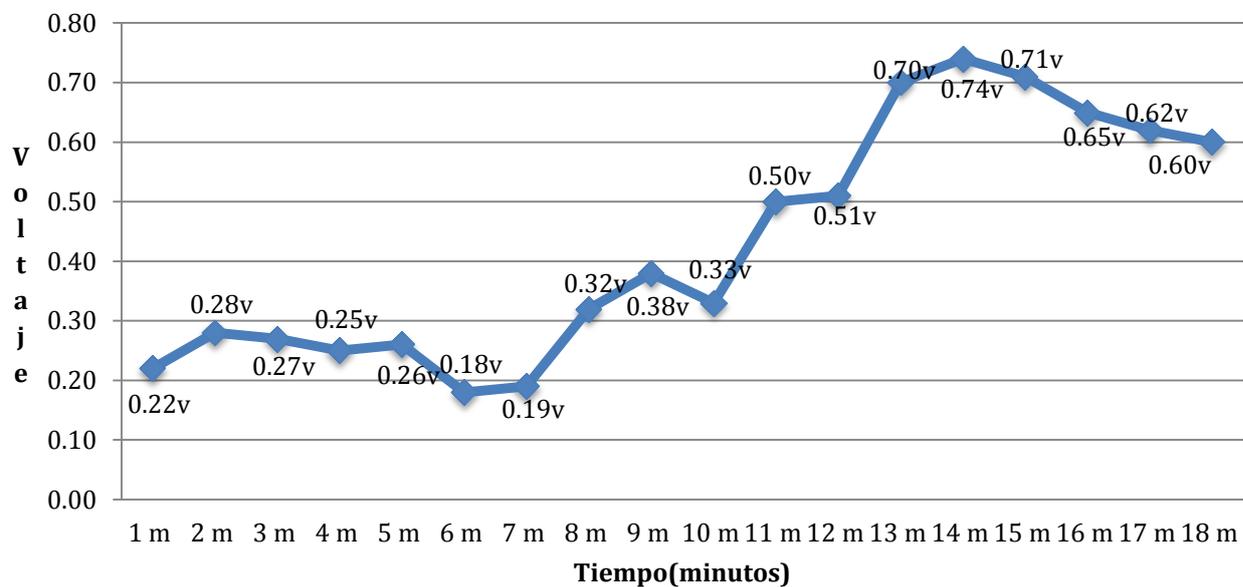
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 34 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.25 V y su voltaje final de 0.36 V, es decir a mayor tiempo mayor voltaje pero el voltaje no es constante.

Tabla 17: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con uva en 3 horas de secado.

CSO – U - 3H (T=22 °C H= 67%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂
1m	0.22 V	0.005 mA	
2m	0.28 V	0.003 mA	
3m	0.27 V	0.009 mA	
4m	0.25 V	0.010 mA	
5m	0.26 V	0.013 mA	
6m	0.18 V	0.013 mA	
7m	0.19 V	0.016 mA	
8m	0.32 V	0.014 mA	
9m	0.38 V	0.015 mA	
10m	0.33 V	0.013 mA	
11m	0.50 V	0.011 mA	
12m	0.51 V	0.013 mA	
13m	0.70 V	0.014 mA	
14m	0.74 V	0.014 mA	
15m	0.71 V	0.016 mA	
16m	0.65 V	0.015 mA	
17m	0.62 V	0.017 mA	
18m	0.60 V	0.016 mA	
PROMEDIO	0.43 V	0.013 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 17 para la celda solar orgánica con uva, 0.5g de grafeno y 1.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 22°C y 67% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.22V y una intensidad de 0.005mA, en el minuto 14m se obtuvo un máximo voltaje de 30.74V con una intensidad de 0.014mA y a los 18 minutos el voltaje fue de 0.60V con una intensidad de 0.016mA, arrojando un promedio de 0.43V y 0.013mA.

Figura 35: CSO - U - 3H (0.5 g grafeno + 1.5 g TiO₂)



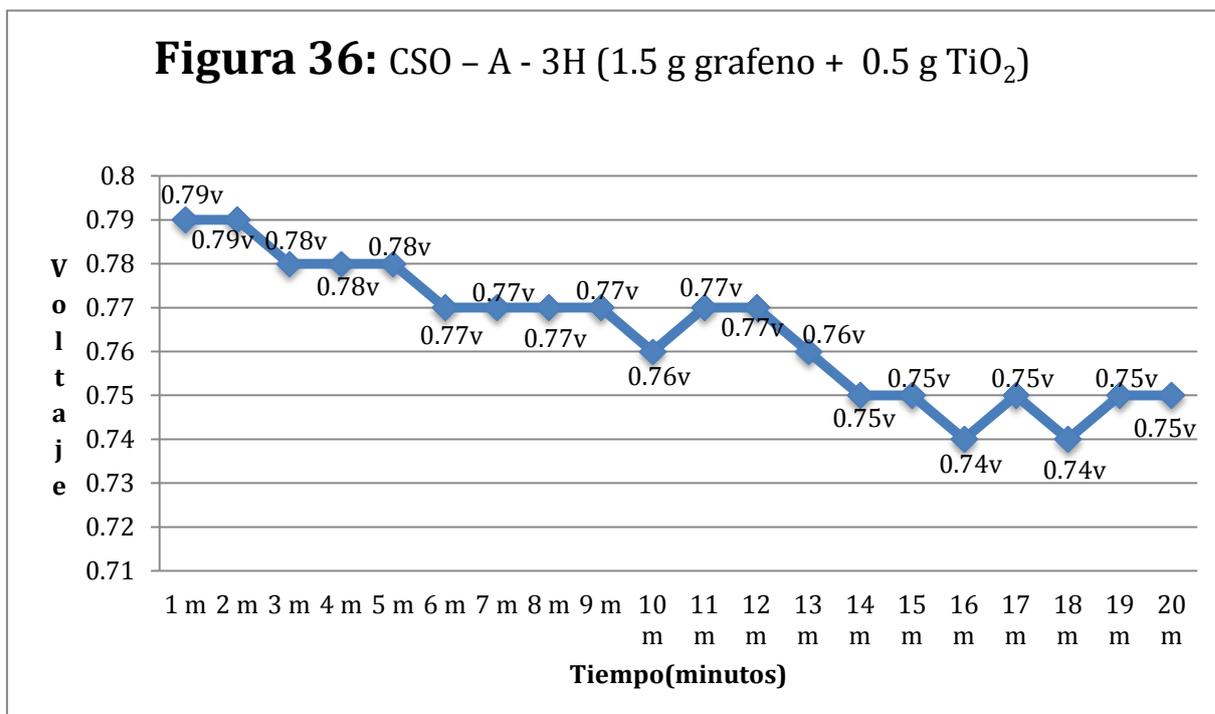
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 35 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de uva, 0.5 g grafeno y 1.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.22 V y su voltaje final de 0.60 V, asimismo se observa que a mayor tiempo mayor voltaje.

Tabla 18: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado.

CSO – A - 3H (T=22 °C H= 67%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5 g grafeno + 0.5 g TiO ₂
1m	0.79 V	0.066 mA	
2m	0.79 V	0.066 mA	
3m	0.78 V	0.072 mA	
4m	0.78 V	0.073 mA	
5m	0.78 V	0.073 mA	
6m	0.77 V	0.073 mA	
7m	0.77 V	0.073 mA	
8m	0.77 V	0.070 mA	
9m	0.77 V	0.073 mA	
10m	0.76 V	0.075 mA	
11m	0.77 V	0.076 mA	
12m	0.77 V	0.075 mA	
13m	0.76 V	0.075 mA	
14m	0.75 V	0.075 mA	
15m	0.75 V	0.078 mA	
16m	0.74 V	0.080 mA	
17m	0.75 V	0.078 mA	
18m	0.74 V	0.080 mA	
19m	0.75 V	0.080 mA	
20m	0.75 V	0.079 mA	
PROMEDIO	0.76 V	0.075 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 18 para la celda solar orgánica con arándano, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 22°C y 67% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.79V y una intensidad de 0.066mA, entre el minuto 6m al minuto 9m el voltaje fue constante de 0.77V y la intensidad fue de 0.073mA y 0.070mA, en el minuto

18m y 19m se tuvo una mayor intensidad que fue de 0.80mA y a los 20 minutos se obtuvo voltaje de 0.75V con una intensidad de 0.079mA, arrojando un promedio de 0.76V y 0.075mA.



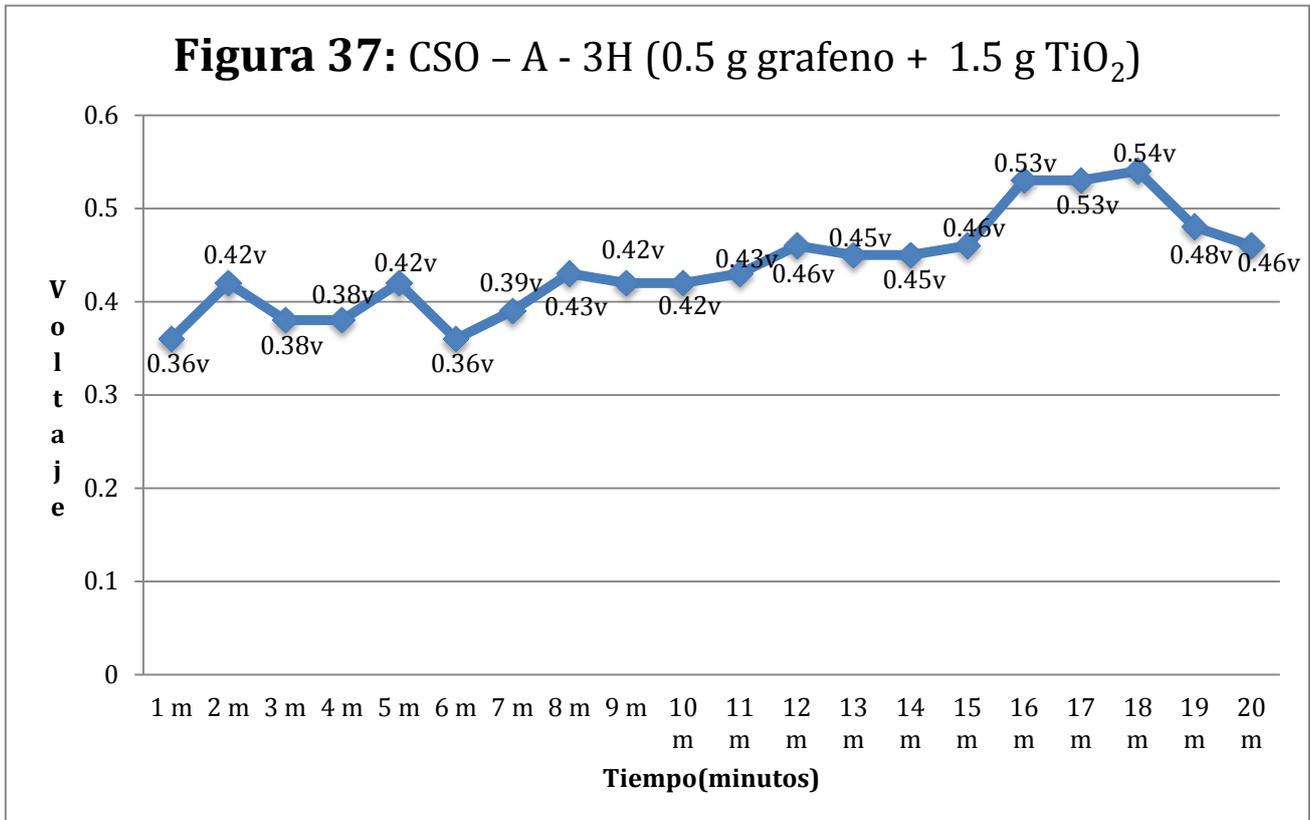
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 36 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.79 V y su voltaje final de 0.75 V, lo que podemos decir que el voltaje es variable.

Tabla 19: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado.

CSO – A - 3H (T=20 °C H= 74%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂
1m	0.36 V	0.001 mA	
2m	0.42 V	0.001 mA	
3m	0.38 V	0.001 mA	
4m	0.38 V	0.002 mA	
5m	0.42 V	0.001 mA	
6m	0.36 V	0.001 mA	
7m	0.39 V	0.002 mA	
8m	0.43 V	0.003 mA	
9m	0.42 V	0.002 mA	
10m	0.42 V	0.002 mA	
11m	0.43 V	0.002 mA	
12m	0.46 V	0.001 mA	
13m	0.45 V	0.001 mA	
14m	0.45 V	0.001 mA	
15m	0.46 V	0.002 mA	
16m	0.53 V	0.002 mA	
17m	0.53 V	0.003 mA	
18m	0.54 V	0.002 mA	
19m	0.48 V	0.002 mA	
20m	0.48 V	0.002 mA	
PROMEDIO	0.44 V	0.002 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 19 para la celda solar orgánica con arándano, 0.5g de grafeno y 1.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 20°C y 74% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1m (minuto) un voltaje 0.36V y una intensidad de 0.001mA, en el minuto 18m se obtuvo un

voltaje mayor de 0.54V con una intensidad de 0.002mA y a los 20m (minutos) el voltaje fue de 0.48V con una intensidad de 0.003mA, arrojando un promedio de 0.44V y 0.002mA.



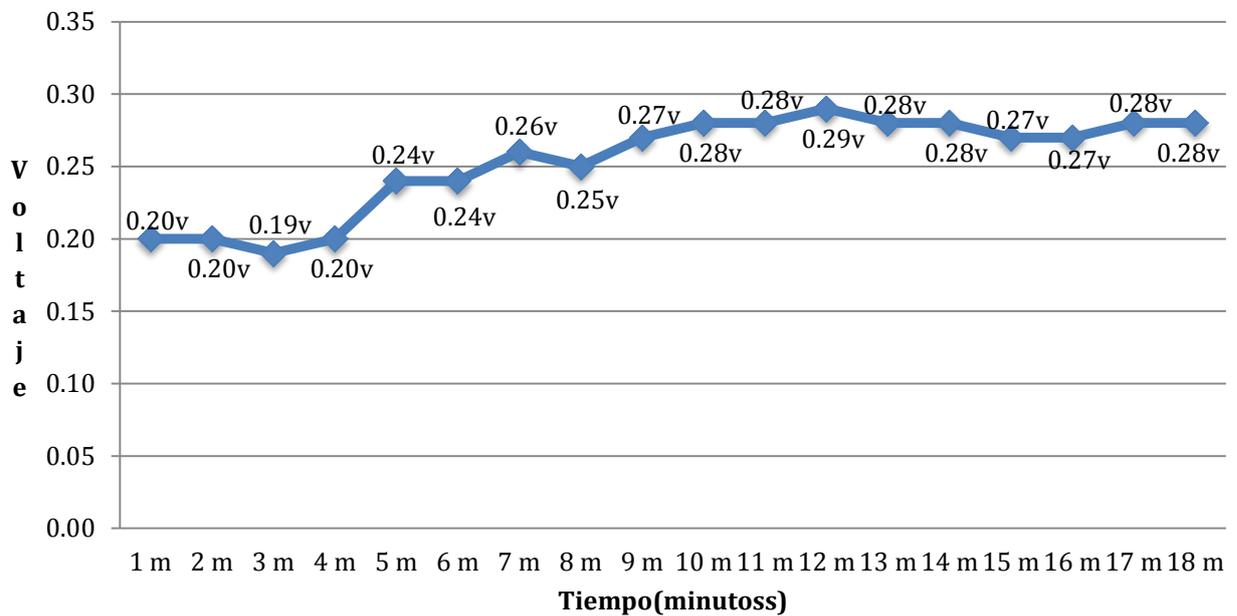
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 37 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 0.5 g grafeno y 1.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.36 V y su voltaje final de 0.48 V, es decir a medida que aumenta el tiempo es mayor el voltaje pero es variable.

Tabla 20: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 3 horas de secado.

CSO – A - 3H (T=19 °C H= 74%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1 g TiO ₂
1m	0.20 V	0.002 mA	
2m	0.20 V	0.002 mA	
3m	0.19 V	0.002 mA	
4m	0.20 V	0.004 mA	
5m	0.24 V	0.004 mA	
6m	0.24 V	0.003 mA	
7m	0.26 V	0.004 mA	
8m	0.25 V	0.006 mA	
9m	0.27 V	0.007 mA	
10m	0.28 V	0.006 mA	
11m	0.28 V	0.007 mA	
12m	0.29 V	0.009 mA	
13m	0.28 V	0.009 mA	
14m	0.28 V	0.011 mA	
15m	0.27 V	0.012 mA	
16m	0.27 V	0.011 mA	
17m	0.28 V	0.011 mA	
18m	0.28 V	0.010 mA	
PROMEDIO	0.25 V	0.007 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 20 para la celda solar orgánica con arándano, 1g de grafeno y 1g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 19°C y 74% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1m (minuto) un voltaje 0.20V y una intensidad de 0.002mA, en el minuto 12m el voltaje incremento a 0.29V siendo el máximo voltaje con una intensidad de 0.009mA y a los 18m (minutos) el voltaje fue de 0.28V con una intensidad de 0.010mA, arrojando un promedio de 0.25V y 0.007mA.

Figura 38 : CSO - A - 3H (1 g grafeno + 1 g TiO₂)



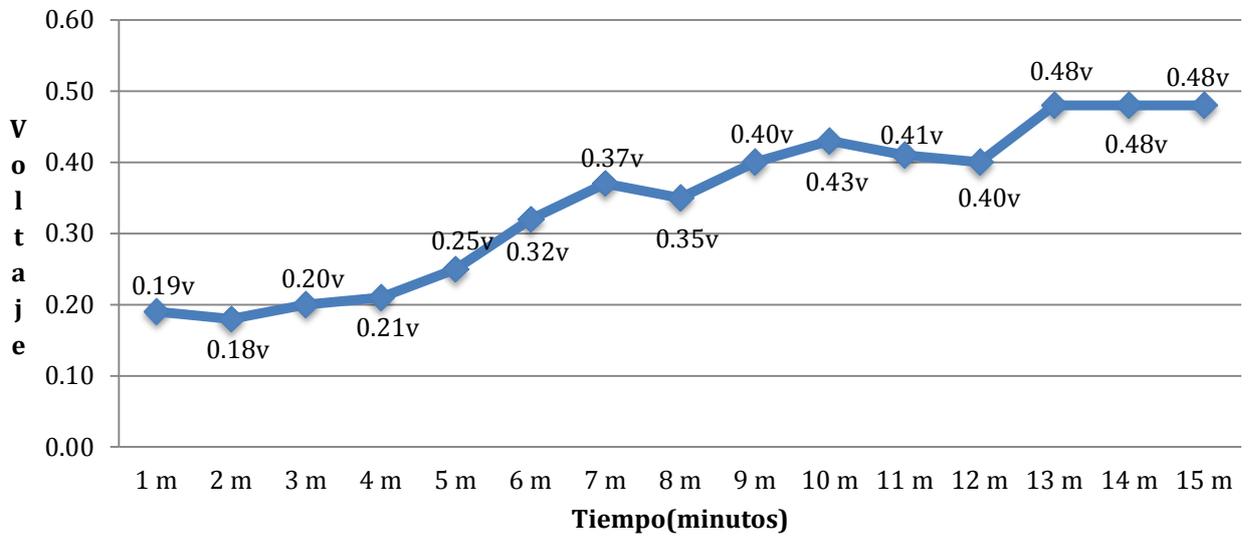
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 38 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1 g grafeno y 1 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.20 V y su voltaje final de 0.28 V, es decir a medida que aumenta el tiempo el voltaje también aumenta pero es variable.

Tabla 21: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado.

CSO – A + U- 3H (T=24 °C H= 63%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂
1m	0.19 V	0.001 mA	
2m	0.18 V	0.001 mA	
3m	0.20 V	0.002 mA	
4m	0.21 V	0.001 mA	
5m	0.25 V	0.001 mA	
6m	0.32 V	0.002 mA	
7m	0.37 V	0.003 mA	
8m	0.35 V	0.003 mA	
9m	0.40 V	0.003 mA	
10m	0.43 V	0.004 mA	
11m	0.41 V	0.003 mA	
12m	0.40 V	0.005 mA	
13m	0.48 V	0.005 mA	
14m	0.48 V	0.004 mA	
15m	0.47 V	0.004 mA	
PROMEDIO	0.34 V	0.0028 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 21 para la celda solar orgánica con arándano + uva, 0.5g de grafeno y 1.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 24°C y 63% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1m (minuto) un voltaje 0.19V y una intensidad de 0.001mA, en el minuto 13m y 14m se incrementó a 48V con una intensidad de 0.005mA y 0.004mA y a los 15 minutos el voltaje fue de 0.47V con una intensidad de 0.004mA, arrojando un promedio de 0.34V y 0.0028mA.

Figura 39: CSO – A + U- 3H (0.5 g grafeno + 1.5 g TiO₂)



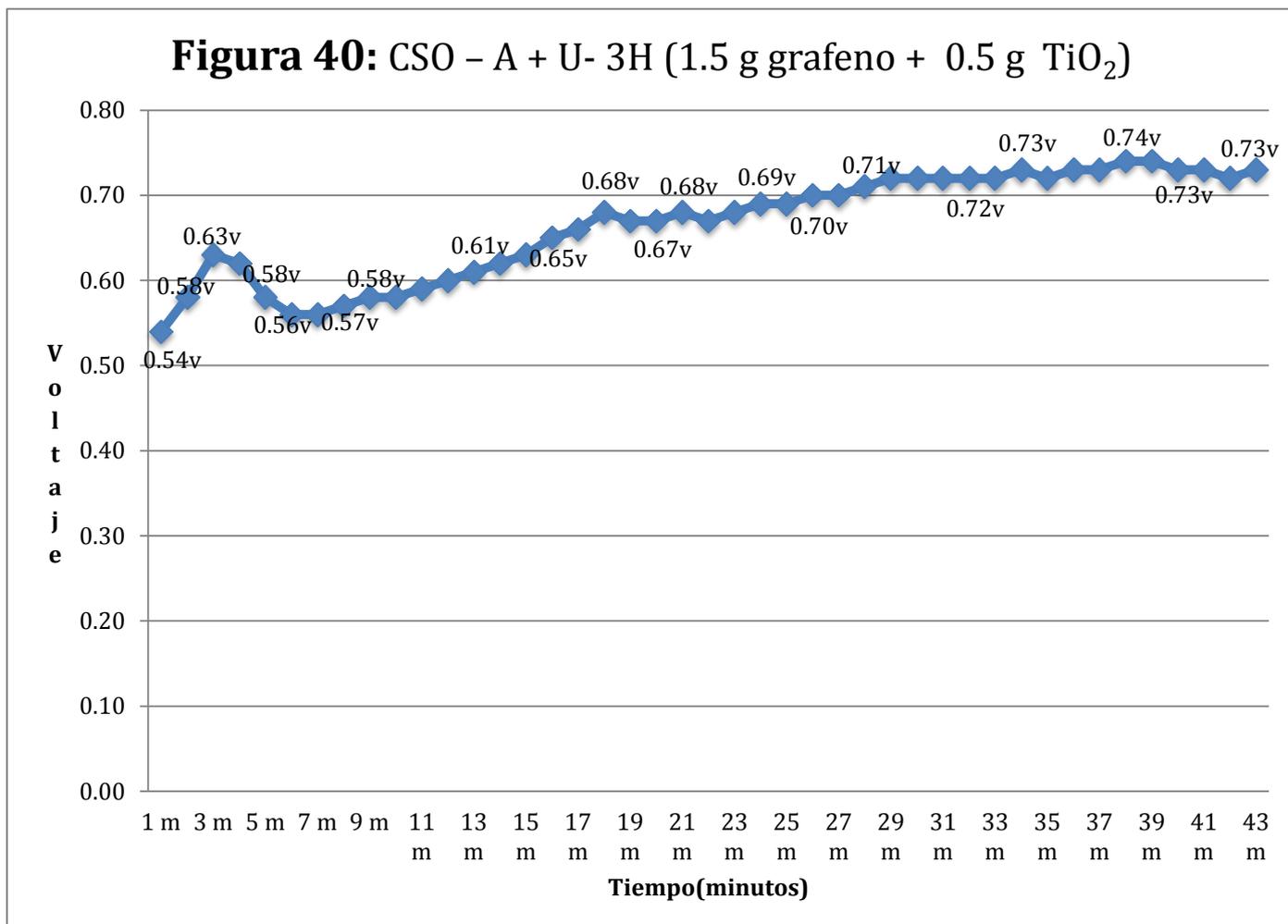
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 39 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano y uva, 0.5 g grafeno y 1.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.19 V y su voltaje final de 0.47 V, por lo tanto a medida que aumenta el tiempo el voltaje será mayor.

Tabla 22: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado.

CSO - A + U- 3H (T=22 °C H= 70%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5 g grafeno + 0.5 g TiO ₂
1m	0.54 V	0.008 mA	
2m	0.58 V	0.009 mA	
3m	0.63V	0.009 mA	
4m	0.62 V	0.010 mA	
5m	0.58 V	0.010 mA	
6m	0.56 V	0.012 mA	
7m	0.56 V	0.013 mA	
8m	0.57 V	0.012 mA	
9m	0.58 V	0.014 mA	
10m	0.58 V	0.012 mA	
11m	0.59 V	0.013 mA	
12m	0.60 V	0.015 mA	
13m	0.61 V	0.015 mA	
14m	0.62 V	0.015 mA	
15m	0.63 V	0.016 mA	
16m	0.65 V	0.018 mA	
17m	0.66V	0.016 mA	
18m	0.68 V	0.019 mA	
19m	0.67 V	0.019 mA	
20m	0.67 V	0.020 mA	
21m	0.68 V	0.020 mA	
22m	0.67 V	0.021 mA	
23m	0.68 V	0.020 mA	
24m	0.69 V	0.021 mA	
25m	0.69 V	0.022 mA	
26m	0.70 V	0.022 mA	
27m	0.70 V	0.023 mA	
28m	0.71 V	0.023 mA	
29m	0.72 V	0.022 mA	
30m	0.72 V	0.023 mA	
31m	0.72 V	0.024 mA	
32m	0.72 V	0.024 mA	
33m	0.72 V	0.025 mA	
34m	0.73 V	0.026 mA	
35m	0.72 V	0.028 mA	
35m	0.73 V	0.026 mA	
37m	0.73 V	0.026 mA	
38m	0.74 V	0.027 mA	
39m	0.74 V	0.028 mA	
40m	0.73 V	0.028 mA	
41m	0.73 V	0.027 mA	
42m	0.72 V	0.026 mA	
43m	0.73 V	0.027 mA	
PROMEDIO	0.67 V	0.019mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 22 para la celda solar orgánica con arándano + uva, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 22°C y 70% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.54V y una intensidad de 0.008mA, en el minuto 38m y minuto 39m se

obtuvo un máximo voltaje de 74V con una intensidad de 0.027mA y 0.028mA y a los 43 minutos el voltaje fue de 0.73V con una intensidad de 0.027mA, arrojando un promedio de 0.67V y 0.019mA.



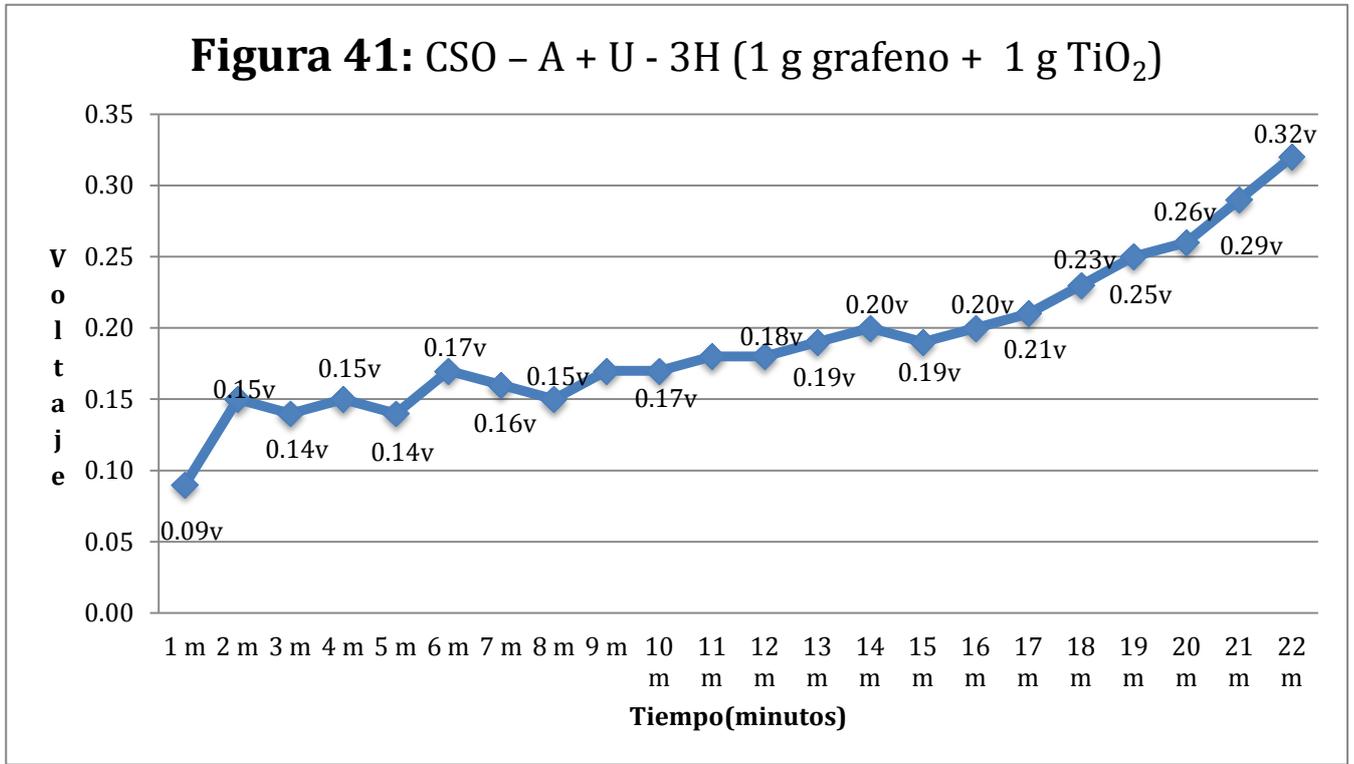
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 40 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano y uva, 1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.54 V y su voltaje final de 0.73 V, lo que podemos decir que el voltaje es mayor a medida que aumenta el tiempo.

Tabla 23: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano + uva en 3 hora de secado.

CSO – A + U - 3H (T=21 °C H= 72%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1 g TiO ₂
1m	0.09 V	0.002 mA	
2m	0.15 V	0.001 mA	
3m	0.14 V	0.002 mA	
4m	0.15 V	0.002 mA	
5m	0.14 V	0.002 mA	
6m	0.17 V	0.003 mA	
7m	0.16 V	0.003 mA	
8m	0.15 V	0.004 mA	
9m	0.17 V	0.006 mA	
10m	0.17 V	0.008 mA	
11m	0.18 V	0.008 mA	
12m	0.18 V	0.010 mA	
13m	0.19 V	0.013 mA	
14m	0.20 V	0.015 mA	
15m	0.19 V	0.014 mA	
16m	0.20 V	0.012 mA	
17m	0.21 V	0.015 mA	
18m	0.23 V	0.013 mA	
19m	0.25 V	0.012 mA	
20m	0.26 V	0.014 mA	
21m	0.29 V	0.014 mA	
22m	0.32 V	0.015 mA	
PROMEDIO	0.19 V	0.009 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 23 para la celda solar orgánica con arándano + uva, 1g de grafeno y 1g de TiO₂ en 3 horas de secado a una temperatura de 21°C y 72% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.09Vy una intensidad de 0.002mA, en el minuto 14m el voltaje fue de

0.20V con una intensidad de 0.015mA y a los 22 minutos el voltaje fue de 0.32V con una intensidad de 0.015mA, arrojando un promedio de 0.19V y 0.009mA.



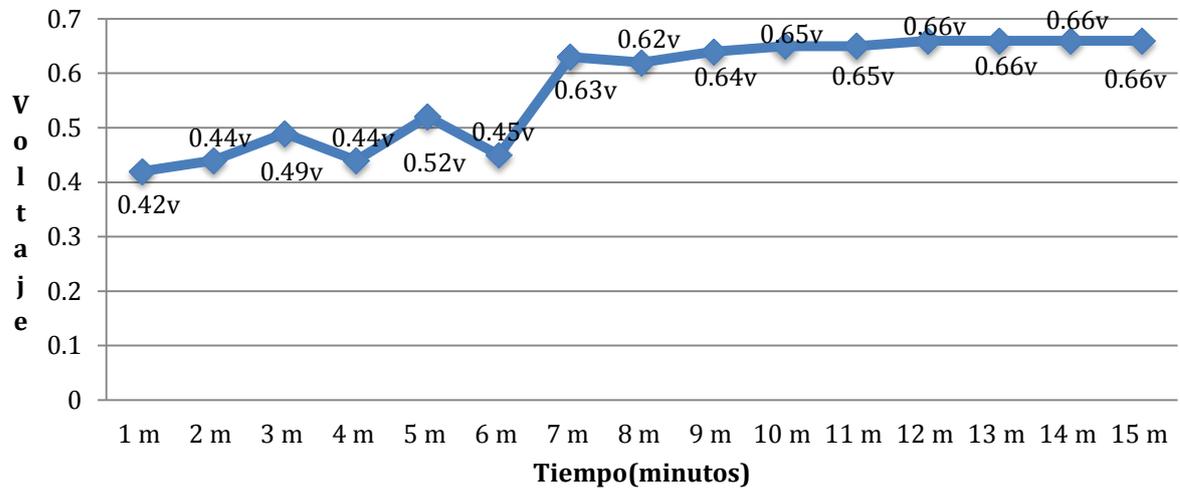
INTERPRETACIÓN: En la figura N° 41 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano y uva, 1 g grafeno y 1 g TiO₂ en tres horas de secado, tiene un voltaje inicial 0.09V y su voltaje final de 0.32 V, asimismo se puede decir que el voltaje incrementa a medida que aumenta el tiempo.

Tabla 24: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 día de secado.

CSO – A – 1D (T=22 °C H= 69%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1.5 g grafeno + 0.5 g TiO ₂
1m	0.42 V	0.098 mA	
2m	0.44 V	0.100 mA	
3m	0.49 V	0.102 mA	
4m	0.44 V	0.102 mA	
5m	0.52 V	0.104 mA	
6m	0.45 V	0.106 mA	
7m	0.63 V	0.106 mA	
8m	0.62 V	0.106 mA	
9m	0.64 V	0.106 mA	
10m	0.65 V	0.105 mA	
11m	0.65 V	0.104 mA	
12m	0.66 V	0.104 mA	
13m	0.66 V	0.104 mA	
14m	0.66 V	0.104 mA	
15m	0.66 V	0.104 mA	
PROMEDIO	0.57 V	0.104 mA	

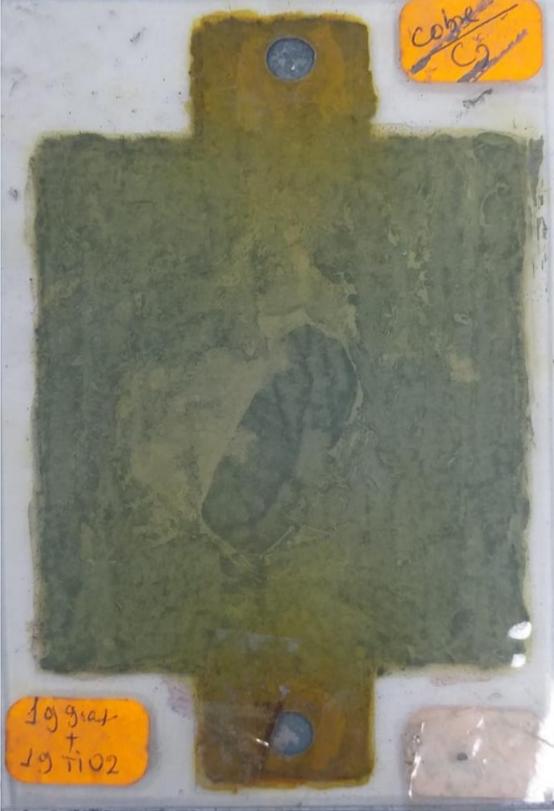
INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 24 para la celda solar orgánica con arándano, 1.5g de grafeno y 0.5g de TiO₂ en 1 día de secado a una temperatura de 22°C y 69% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.42V y una intensidad de 0.098mA, en el minuto 7m el voltaje incremento a 63V con una intensidad máxima de 0.106mA y a los 15 minutos el voltaje de 0.66V con una intensidad de 0.104mA, arrojando un promedio de 0.57V y 0.104mA.

Figura 42 : CSO - A - 1D (1.5 g grafeno + 0.5 g TiO₂)



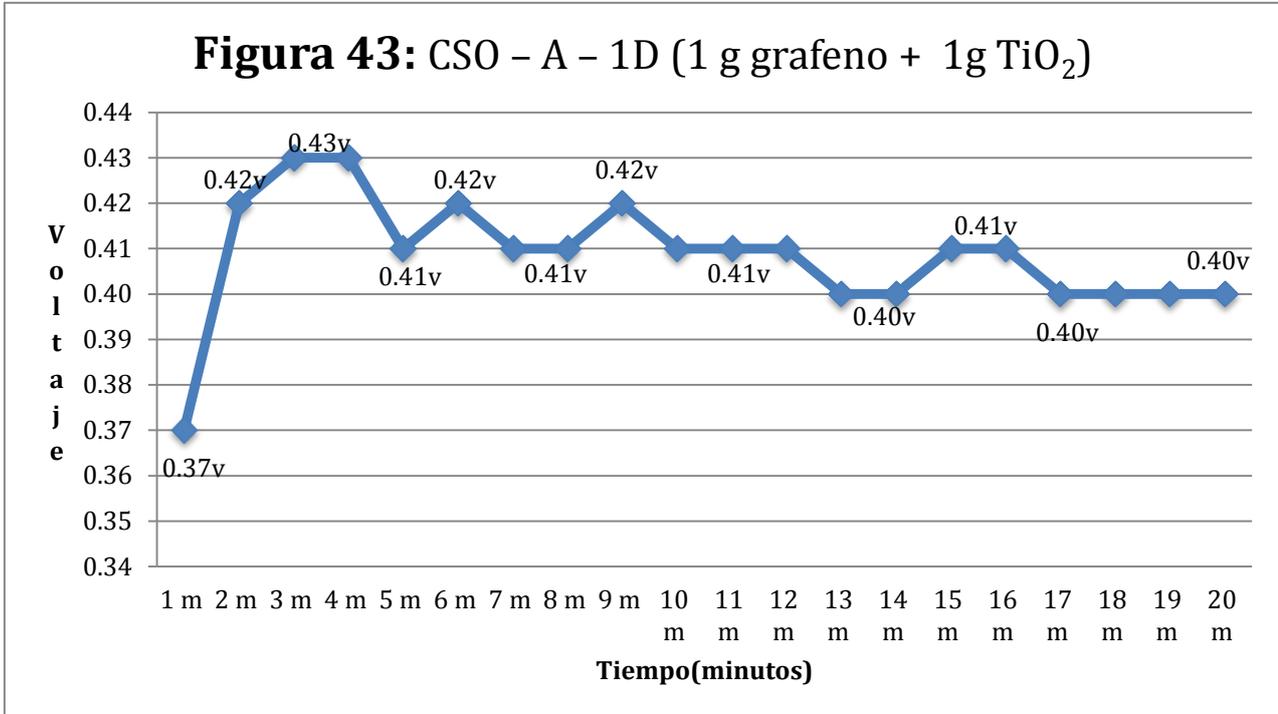
INTERPRETACIÓN: En la figura N°42 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1.5 g grafeno y 0.5 g TiO₂ en un día de secado, tiene un voltaje inicial 0.42 V y su voltaje final de 0.66 V, lo que podemos decir a mayor tiempo el voltaje incrementa.

Tabla 25: Cuadro de voltaje e intensidad de la celda solar orgánica con arándano en 1 día de secado.

CSO – A – 1D (T=21 °C H= 71%)			
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)	1 g grafeno + 1g TiO ₂
1m	0.37 V	0.016 mA	
2m	0.42 V	0.015 mA	
3m	0.43 V	0.015 mA	
4m	0.43 V	0.013 mA	
5m	0.41 V	0.013 mA	
6m	0.42 V	0.017 mA	
7m	0.41 V	0.016 mA	
8m	0.41 V	0.018 mA	
9m	0.42 V	0.017 mA	
10m	0.41 V	0.019 mA	
11m	0.41 V	0.019 mA	
12m	0.41 V	0.019 mA	
13m	0.40 V	0.019 mA	
14m	0.40 V	0.019 mA	
15m	0.41 V	0.020 mA	
16m	0.41 V	0.020 mA	
17m	0.40 V	0.020 mA	
18m	0.40 V	0.020 mA	
19m	0.40 V	0.019 mA	
20m	0.40 V	0.020 mA	
PROMEDIO	0.41V	0.018 mA	

INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 25 para la celda solar orgánica con arándano, 1g de grafeno y 1g de TiO₂ en 1 día de secado a una temperatura de 21°C y 71% de humedad, se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo, obteniendo en 1 minuto un voltaje 0.37V y una intensidad de 0.016mA, en el minuto 3m y minuto 4m el voltaje incremento a 43V, entre el minuto 10m y el minuto 14m la intensidad fue constante de

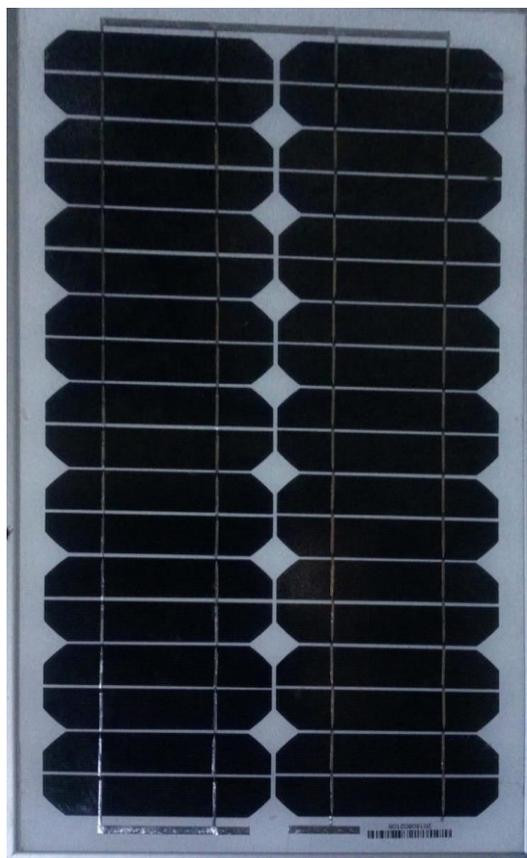
0.019mA y a los 20 minutos un voltaje de 0.40V con una intensidad de 0.020mA, arrojando un promedio de 0.41V y 0.018mA.



INTERPRETACIÓN: En la figura N° 43 podemos observar que para la celda solar orgánica con colorante de arándano, 1 g grafeno y 1 g TiO₂ en 1 día de secado, tiene un voltaje inicial 0.37 V y su voltaje final de 0.40 V, es decir el voltaje aumenta cuando el tiempo también aumenta, pero no es constante.

Tabla 26: Cuadro de voltaje e intensidad del panel solar

PANEL SOLAR		
Tiempo (tiempo)	Voltaje(V)	Intensidad(mA)
1m	1.36 V	0.173 mA
2m	1.35 V	0.174 mA
3m	1.35 V	0.172 mA
4m	1.35 V	0.173 mA
5m	1.34 V	0.174 mA
6m	1.31 V	0.175 mA
7m	1.27 V	0.176 mA
8m	1.16 V	0.177 mA
9m	1.34 V	0.178 mA
10m	1.33 V	0.179 mA
11m	1.35 V	0.180 mA
12m	1.34 V	0.181 mA
13m	1.34 V	0.183 mA
14m	1.32 V	0.185 mA
15m	1.34 V	0.187 mA
16m	1.33 V	0.189 mA
17m	1.34 V	0.192 mA
18m	1.34 V	0.194 mA
19m	1.34 V	0.196 mA
20m	1.65 V	0.197 mA
21m	1.66 V	0.198 mA
22m	1.66 V	0.199 mA
23m	1.66 V	0.200 mA
24m	1.70 V	0.202 mA
25m	1.73 V	0.203 mA
26m	1.74 V	0.205 mA
27m	1.74 V	0.206 mA
28m	1.73 V	0.0210 mA
PROMEDIO	1.45 V	0.188 mA



INTERPRETACIÓN: En la tabla n° 26 se determinó el voltaje y la intensidad en relación al tiempo del panel solar obteniendo en 1 minuto un voltaje 1.36V y una intensidad de 0.173mA, entre el minuto 20m y minuto 28 el voltaje y la intensidad aumentaron de manera gradual, donde en el minuto 28m el voltaje fue de 1.73V con una intensidad de 0.0210mA, arrojando un promedio de 1.45V y 0.188mA.

ETAPA 4: Determinación de la eficiencia

FACTOR DE LLENADO

$$FF = \frac{v_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

(Fuente: Cata y Rodríguez, 2015)

Dónde:

FF: Factor de llenado

V_{mp}: Voltaje máximo

I_{mp}: Intensidad máxima

V_{oc}: voltaje

I_{sc}: Intensidad

EFICIENCIA:

$$n = \frac{FF \times V_{oc} \times I_{sc}}{G \times A} \times 100$$

(Fuente: Cata y Rodríguez, 2015)

N: Eficiencia

V_{oc}: Voltaje

I_{sc}: Intensidad

G: Irradiancia

A: Área

Donde G: 1000 w/m²

Tabla 27: Cálculos de factor de llenado y eficiencia de las celdas solares orgánicas.

CODIGO	CANTIDAD	FACTOR DE LLENADO (FF)	EFICIENCIA (n) %
CSO-A-1D	1 g grafeno + 1 g TiO ₂	$FF = \frac{0.43 \times 0.020}{0.41 \times 0.018} = 1.20$	$n = \frac{1.20 \times 0.41 \times 0.018}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 0.18$
CSO-A-1D	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.42 \times 0.098}{0.66 \times 0.106} = 1.18$	$n = \frac{1.18 \times 0.66 \times 0.106}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 1.46$
CSO-A-1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$FF = \frac{0.35 \times 0.010}{0.32 \times 0.009} = 1.18$	$n = \frac{1.18 \times 0.32 \times 0.009}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 0.073$
CSO-A-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.65 \times 0.151}{0.64 \times 0.076} = 2.03$	$n = \frac{2.03 \times 0.64 \times 0.076}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 2.04$
CSO-A-1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$FF = \frac{0.37 \times 0.010}{0.33 \times 0.005} = 2.23$	$n = \frac{2.23 \times 0.33 \times 0.005}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 0.077$
CSO – U – 1H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$FF = \frac{0.41 \times 0.020}{0.39 \times 0.018} = 1.18$	$n = \frac{1.18 \times 0.39 \times 0.018}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 0.17$
CSO-U-1H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.31 \times 0.012}{0.30 \times 0.012} = 1.03$	$n = \frac{1.03 \times 0.30 \times 0.012}{1000 \times 0.0048} \times 100 = 0.078$
CSO – U – 1H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$FF = \frac{0.26 \times 0.004}{0.25 \times 0.0024} = 1.75$	$n = \frac{1.75 \times 0.25 \times 0.0024}{1000 \times 0.0048} \times 10 = 0.022$
CSO – A - 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$FF = \frac{0.29 \times 0.012}{0.25 \times 0.007} = 2.06$	$n = \frac{2.06 \times 0.25 \times 0.007}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.101$
CSO – A - 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.79 \times 0.080}{0.76 \times 0.075} = 1.11$	$n = \frac{1.11 \times 0.76 \times 0.075}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 1.84$
CSO – A - 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$FF = \frac{0.54 \times 0.003}{0.44 \times 0.002} = 2.17$	$n = \frac{2.17 \times 0.44 \times 0.002}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.047$
CSO – A+U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$FF = \frac{0.32 \times 0.015}{0.19 \times 0.009} = 2.95$	$n = \frac{2.95 \times 0.19 \times 0.009}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.41$
CSO – A+U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.74 \times 0.028}{0.67 \times 0.019} = 1.61$	$n = \frac{1.61 \times 0.67 \times 0.019}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.60$
CSO – A+U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$FF = \frac{0.48 \times 0.005}{0.34 \times 0.0028} = 2.50$	$n = \frac{2.50 \times 0.34 \times 0.0028}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.070$
CSO – U – 3H	1g grafeno + 1g TiO ₂	$FF = \frac{0.50 \times 0.019}{0.43 \times 0.012} = 1.90$	$n = \frac{1.90 \times 0.43 \times 0.012}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.28$
CSO – U – 3H	1.5g grafeno+0.5g TiO ₂	$FF = \frac{0.38 \times 0.021}{0.32 \times 0.014} = 1.81$	$n = \frac{1.81 \times 0.32 \times 0.014}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.23$
CSO – U – 3H	0.5 g grafeno + 1.5 g TiO ₂	$FF = \frac{0.74 \times 0.017}{0.43 \times 0.013} = 2.33$	$n = \frac{2.33 \times 0.43 \times 0.013}{1000 \times 0.003441} \times 100 = 0.366$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 28: Cálculos de factor de llenado y eficiencia del panel solar

PANEL SOLAR	
FACTOR DE LLENADO (FF)	EFICIENCIA (n)%
$FF = \frac{1.74 \times 0.210}{1.45 \times 0.188} = 1.34$	$n = \frac{1.34 \times 1.45 \times 0.188}{1000 \times 0.098496} \times 100 = 0.37$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Contrastación de la Hipótesis

Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad determina si la distribución es normal o no.

Hipótesis específica 1

H1. El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano se ajusta a una distribución normal.

Ho. El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano NO se ajusta a una distribución normal.

N°	VC SOA3G1Ti	VC SOA1G1Ti	VC SOA1G3Ti
1	,3600	,2000	,7900
2	,4200	,2000	,7900
3	,3800	,1900	,7800
4	,3800	,2000	,7800
5	,4200	,2400	,7800
6	,3600	,2400	,7700
7	,3900	,2600	,7700
8	,4300	,2500	,7700
9	,4200	,2700	,7700
10	,4200	,2800	,7600
11	,4300	,2800	,7700
12	,4600	,2900	,7700
13	,4500	,2800	,7600
14	,4500	,2800	,7500
15	,4600	,2700	,7500
16	,5300	,2700	,7400
17	,5300	,2800	,7500
18	,5400	,2800	,7400

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA ARANDANO (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA ARANDANO (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	Media	,435000	,0129163	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,407749	
		Límite superior	,462251	
	Media recortada al 5%	,433333		
	Mediana	,425000		
	Varianza	,003		
	Desv. Desviación	,0547991		
	Mínimo	,3600		
	Máximo	,5400		
	Rango	,1800		
	Rango intercuartil	,0725		
	Asimetría	,655	,536	
	Curtosis	-,162	1,038	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	Media	,253333	,0079623	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,236534	
		Límite superior	,270132	
	Media recortada al 5%	,254815		
	Mediana	,270000		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,0337813		
	Mínimo	,1900		
	Máximo	,2900		
	Rango	,1000		
	Rango intercuartil	,0500		
	Asimetría	-,921	,536	
	Curtosis	-,684	1,038	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	Media	,766111	,0036280	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,758457	
		Límite superior	,773766	
	Media recortada al 5%	,766235		
	Mediana	,770000		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,0153925		
	Mínimo	,7400		
	Máximo	,7900		
	Rango	,0500		
	Rango intercuartil	,0300		
	Asimetría	-,235	,536	
	Curtosis	-,777	1,038	

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA ARANDANO (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	,157	18	,200 *	,911	18	,088
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	,245	18	,006	,814	18	,002
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	,211	18	,033	,931	18	,201

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $Pvalue > \alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si $Pvalue < \alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia del voltaje a diferentes concentraciones se obtiene lo siguiente:

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA ARANDANO (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	,088	Normal	T Student
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	,002	No Normal	Wilcoxon
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	,201	Normal	T Student

Como al menos un p-value de todas las muestras es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución no normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Hipótesis específica 2

H1. El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva se ajusta a una distribución normal.

Ho. El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva NO se ajusta a una distribución normal.

N°	VCSOU3G1Ti	VCSOU1G1Ti	VCSOU1G3Ti
1	,2500	,3900	,2200
2	,2500	,4200	,2800
3	,3100	,3900	,2700
4	,3200	,3800	,2500
5	,3200	,3700	,2600
6	,3100	,4200	,1800
7	,3100	,3900	,1900
8	,2900	,3900	,3200
9	,2900	,3800	,3800
10	,3400	,4500	,3300
11	,3500	,4300	,5000
12	,3800	,4500	,5100
13	,3600	,4400	,7000
14	,3300	,4500	,7400
15	,3600	,4800	,7100
16	,3100	,4800	,6500
17	,3500	,5000	,6200
18	,3700	,4900	,6000

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	18	100,0%	0	0,0%	18	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	Media	,322222	,0087655	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,303729	
		Límite superior	,340716	
	Media recortada al 5%	,323025		
	Mediana	,320000		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,0371888		
	Mínimo	,2500		
	Máximo	,3800		
	Rango	,1300		
	Rango intercuartil	,0475		
	Asimetría	-,475	,536	
	Curtosis	-,177	1,038	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	Media	,427778	,0098868	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,406918	
		Límite superior	,448637	
	Media recortada al 5%	,426975		
	Mediana	,425000		
	Varianza	,002		
	Desv. Desviación	,0419461		
	Mínimo	,3700		
	Máximo	,5000		
	Rango	,1300		
	Rango intercuartil	,0675		
	Asimetría	,278	,536	
	Curtosis	-1,242	1,038	
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	Media	,428333	,0468013	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,329591	
		Límite superior	,527075	
	Media recortada al 5%	,424815		
	Mediana	,355000		
	Varianza	,039		
	Desv. Desviación	,1985610		
	Mínimo	,1800		
	Máximo	,7400		
	Rango	,5600		
	Rango intercuartil	,3700		
	Asimetría	,327	,536	
	Curtosis	-1,566	1,038	

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	,149	18	,200*	,948	18	,389
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	,205	18	,044	,921	18	,133
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	,190	18	,086	,889	18	,037

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia del voltaje a diferentes concentraciones se obtiene lo siguiente:

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (3 GRAFENO Y 1 TiO2)	,389	Normal	T Student
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 1 TiO2)	,133	Normal	T Student
VOLTAJE CELDA SOLAR ORGANICA-UVA (1 GRAFENO Y 3 TiO2)	,037	No Normal	Wilcoxon

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

Como al menos un p-value de todas las muestras es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución no normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Prueba de hipótesis

Hipótesis general

H1: La eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano es menor que la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva.

Ho: La eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano NO es menor que la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva.

Para el contraste paramétrico de dos muestras relacionadas (porque se utilizaron dos tipos de celda solar orgánica para la obtención de voltaje) se utiliza la **prueba t de Student**. Esto determinará si hay correlación entre las variables de la hipótesis general.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA- ARANDANO	,66267	3	1,019958	,588873
	EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA-UVA	,13900	3	,196604	,113509

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2019*

La tabla nos da los estadísticos descriptivos más comúnmente usados.

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO & EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA-UVA	3	-,534	,642

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Si $Pvalue < \alpha=0.05$ Se acepta la correlación entre las variables.

Luego: $Pvalue (0.642) > \alpha=0.05$ Se rechaza la correlación entre las variables

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	Sig. (bilateral)	
			n		Inferior	Superior			
Par 1	EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA-ARANDANO - EFICIENCIA CELDA SOLAR ORGANICA-UVA	,523667	1,137079	,656493	-2,300995	3,348328	,798	,509	

La tabla nos da la prueba t con un alpha de 0,05 (nos ofrece el nivel de significación $1 - 0,05 = 0,95 = 95\%$) y vemos como la diferencia entre las medias es de 0,523667 y que el límite aceptable está comprendido entre los valores -2,301 y 3,348. La diferencia se encuentra dentro de ese intervalo, por tanto asumimos que las medias son diferentes. También podemos ver el estadístico t que vale 0,798 y junto a él su significación o valor p que vale 0,509. Dado que este valor es mayor que 0,025 ($0,05 / 2 = 0,025$ dado que el contraste es bilateral) se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias.

Entonces se acepta la hipótesis nula, es decir:

Ho: La eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano NO es menor que la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tesis “Células solares sensibilizadas con colorante que usan colorante natural como materiales de recolección de luz extraídos de la flor de *Acanthus Sennii* Chiovenda y la hoja de *Euphorbia cotinifolia*” del autor Andargie (2016) menciona que utiliza la flor de *Acanthus Sennii* Chiovenda y la hoja de *Euphorbia cotinifolia* para extraer colorantes naturales y utilizarlos para recolectar la luz del sol, la cual tuvo una eficiencia de 0.15% para el colorante de la flor de *A. Sennii* Chiovenda y 0.136% de la hoja de *E. cotinifolia*. En nuestra investigación se utilizó la cascara de arándano y uva, la celda solar orgánica fabricada con grafeno, TiO_2 y arándano su eficiencia fue de 1.84% para la relación de 3:1 G1.5/ TiO_2 0.5, mientras tanto la celda solar orgánica fabricada con grafeno, TiO_2 y uva su eficiencia fue 0.366% para la relación de 1:3 G0.5/ TiO_2 1.5. Por lo tanto las celdas solares orgánicas a base de colorantes de arándano y uva son más eficientes que los colorantes extraídos de la flor de *Acanthus Sennii* Chiovenda y la hoja de *Euphorbia cotinifolia*.

En su investigación “Separación rápida de carga en una celda solar orgánica no fullerenos con una pequeña fuerza impulsora” del autor Changshang (2016), menciona que la celda solar orgánica de la última generación ya que, regularmente se logra una fuerza impulsora significativa, la compensación entre el intervalo de bandas (E_{gap}) el material del donante / el aceptor y la energía del estado de transferencia de carga (TC) (ECT), tuvo un voltaje de 0.60 V. Las autoras de la presente investigación obtuvieron un voltaje de 0.76 V para la relación de 3:1 (1.5G/0.5 TiO_2) de la celda fabricada con grafeno, TiO_2 y arándano. Por lo tanto una celda solar orgánica fabricada con colorante de arándano tiene mayor voltaje que una celda solar orgánica de última generación con una pequeña fuerza impulsora.

En su investigación “Eficiencia de las células fotovoltaicas nanoestructuradas a base de dióxido de titanio, sensibilizadas con pigmentos nativos peruanos” del autor Silva (2018). Menciona que el voltaje de una celda de Aguaymanto tiene un voltaje de 0.811 V y el voltaje de una celda con Camú- Camú es de 0.333 V; las autoras de la presente investigación obtuvieron un voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, TiO_2 y uva de 0.43 V para la relación 1:3 1.5G/0.5 TiO_2 y para la relación de 1:1 1G/1 TiO_2 ,

en este caso la celda solar orgánica con uva tiene menor voltaje que la celda de Aguaymanto y Camú – Camú.

V. CONCLUSIONES

La celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y arándano se obtuvo una eficiencia de 0.047% para la relación de 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂), 0.101% para la relación 1:1 (1G/1 TiO₂) y 1.84% para la relación de 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), mientras que la eficiencia de una celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva fue de 0.23% para la relación de 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.28% para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂) y 0.366% para la relación de 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂) es decir la celda solar orgánica con arándano tiene mayor eficiencia que la celda solar orgánica de uva.

La celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y arándano tiene un voltaje de 0.76v para la relación 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.44 v para la relación 1:3 (0.5G/1.5 TiO₂) y 0.25v para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂), la cual es mayor que el voltaje de una celda solar orgánica fabricada con uva.

La celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva tiene un voltaje de 0.32v para la relación 3:1 (1.5G/0.5 TiO₂), 0.43v para la relación 1:3 (1.5G/0.5 TiO₂) y 0.43v para la relación de 1:1 (1G/1 TiO₂).

VI. RECOMENDACIONES

- fabricar celdas solares orgánicas con grafeno, dióxido de titanio y otros colorantes derivados de las cáscaras de fruta de diversos colores, en distintas relaciones.
- fabricar celdas solares orgánicas con grafeno, dióxido de titanio y otros colorantes derivados de las cáscaras de arándano con otras relaciones distintas a 3:1, 1:3 y 1:1.
- fabricar celdas solares orgánicas con grafeno, dióxido de titanio y otros colorantes derivados de las cáscaras de uva con otras relaciones distintas a 3:1, 1:3 y 1:1.

- Se recomienda ampliar las pruebas realizadas para ello con el fin de tener un mayor espectro de resultados que reafirmen los hallazgos realizados en la investigación, encontrar nuevos pigmentos y mejorar la calidad de los prototipos con los que se ha trabajado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDARGIE, Wuletaw, WORKU, Delele. Dye-sensitized solar cells using natural dye as light-harvesting materials extracted from *Acanthus senni* chiovenda flower and *Euphorbia cotinifolia* leaf. Revista Journal of science: Advanced Materials and Devices. [En línea]. Diciembre, 2016, n° 1. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468217916301174?via%3Dihub>

ANDERSEN, Tomas, HOSEL, Markus. [Et al]. Scalable, ambient atmosphere roll-to-roll manufacture of encapsulated large area, flexible organic tandem solar cell modules. Revista Energy & Environmental science [en línea]. Abril-mayo 2014, n°9. [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2019]. Disponible en:

https://pdfs.semanticscholar.org/ab21/9334ba71e2d7a596da89759d192933035c55.pdf?_ga=2.200450478.182564147.1575036511-1207409473.1574733751

ISSN: 1754-5692

BARBOSA, Oracio. Energía alternativa renovable basada en celdas solares orgánicas híbridas [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.visionindustrial.com.mx/industria/tecnologia/energia-alternativa-renovable-basada-en-celdas-solares-organicas-e-hibridas>.

BARRANCO, Diego. [Et al]. El cultivo del olivo. [En línea]. Madrid; Mundi -Prensa, 2017. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=hWFIDgAAQBAJ&pg=PA204&dq=compuestos+en+la+aceituna&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiqmeOA1TiAhUiwFKKHSz6CEMQ6AEIODAD#v=onepage&q=compuestos%20en%20la%20aceituna&f=false>

ISBN: 978-84-8476-714-5

BETANZOS, Omar. Construcción de celdas solares híbridas de tercera generación mediante el crecimiento in-situ de perovskita utilizando nanofibras de Dióxido de Titanio

dopadas con plomo. Trabajo de titulación (Ciencias Químico-Biológicas). México: Universidad de las Américas Puebla, 2018. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lnm/betanzos_sanches_o/etd_203109072_9481.pdf

BRETT, Fisher. Nanoscale Light Manipulation for Improved organic solar cells. Trabajo de titulación (Doctor en Filosofía). Surrey: Universidad de Surrey, 2017: Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327802682_Nanoscale_Light_Manipulation_for_Improved_Organic_Solar_Cells

CAHUANA, Víctor. Incorporación de nanopartículas de SnO₂ en celdas solares sensibilizadas a base de TiO₂. Trabajo de titulación (Maestro en ciencias de mención de energía renovables y eficacia energética). Perú: Universidad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, 2017. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5731/1/cahuana_qv.pdf

CHANGSHANG, Chen, JING, L, BHOJ, Gautam [et al.]. Separación rápida de carga en una célula solar orgánica no fullereno con una pequeña fuerza impulsora. Revista Nature Energy. [En línea]. Junio, 2016, n°16089. [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/304529669_Fast_charge_separation_in_a_non-fullerene_organic_solar_cell_with_a_small_driving_force

CARRILLO, José. Estudios para la electricidad con energías alternativas, utilizando celdas fotovoltaicas para electrificar el poblado de cañada colorada. Trabajo de titulación (Ingeniero electricista). México: Instituto politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica, 2009. 22pp. Disponible en: <https://text-mx.123dok.com/document/oy86le0q-estudio-para-la-electrificacion-con-energias-alternativas-utilizando-celdas-fotovoltaicas-para-electrificar-el-poblado-de-canada-colorada-municipio-de-apaxco-estado-de-mexico.html>

CANSECO, Daniel. Celdas solares orgánicas a base de grafeno funcionalizado con macromoléculas conjugadas. Trabajo de titulación (Maestro en Tecnología de Polímeros). Saltillo: Centro de investigación en Química Aplicada. Disponible en:

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/109/1/tesis%20MTP%20Danie%20Canseco%20Caballero%20Mar%2014%202016.pdf>

CANTO, David. Estudio de efecto de la concentración de fullerenos en la estructura P5HT: PCBM para aplicaciones en celdas solares orgánicas. Trabajo de titulación (Maestro de Ingeniería). Madrid: Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería, 2015. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/331100253>

CHAMORRO, William [et al]. Celdas solares orgánicas, una perspectiva para el futuro. [en línea]. mayo del 2013. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/276307925>

FAGUA, Liliana [et al]. Ciencia, Innovación y Tecnología [en línea]. Octubre, diciembre 2015, n. °2. [Fecha de consulta: 9 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/rciyt/article/view/112/100>

FOMENTÍN, Rafael. Estudios de las características electrónicas de dispositivos fotovoltaicos moleculares: células grätzel. Trabajo de titulación (Ingeniero de telecom, sonido e imagen). España: UPV, Escuela de Politécnica Superior de Gandía, 2013. 4p. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/36015/MEMORIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUO, Lijun, LÍU, Tao; SUN, Xiaobo, CAI, Yunhao; HEERGER, Alan; SUN, Yanming. Células solares orgánicas de unión simple basadas en un novedoso polímero de banda con un eficiencia de 9.7%. [en línea]. (2015). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1002%2Fadma.201500647>

GONZALES, María. Síntesis y evaluación de nanotubos de carbono como electrodo conductor transparente para celdas solares orgánicas. Trabajo de titulación (Maestro en Tecnología Avanzada). Altamira: Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15215/TESIS%20B15GONZALES%20JUREZ%20MARIA%20DE%20LURDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KONG, Jink. Visibly-Transparent Organic Solar Cell on Flexible Substrates with All-Graphene Electrodes. *Advanced Energy Materials*. [En línea]. (2016). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aenm.201600847>

LICHENG, Tan, YILIN, Wang, JINGWEN, Zhang, SHUQIN, Xiao, HUANYU, Zhou, YAOWEN, Li, YIWANG, Chen, YONGFANG, Li. Células solares de polímero flexible altamente eficientes con robu Estabilidad Mecánica. *Revista Advanced Science*. [En línea] Febrero, 2019, n° 6. [Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330942971_Highly_Efficient_Flexible_Polymer_Solar_Cells_with_Robust_Mechanical_Stability

MARTINEZ, Vanessa. Celdas solares sensibilizadas por colorante basadas en dióxido de titanio modificado con óxido de cobre. Trabajo de titulación (Maestro en ciencias con mención en energía renovables y eficiencia energética). Perú: Universidad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, 2016. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4890/1/martinez_rv.pdf

MUSTAPHA, Nazir. [et.al].Enhanced efficiency of organic Solar cells based on (MEH-PPV) with graphene and quantum dots. *Revista Internacional de Óptica de luz y Electrónicas*. [En línea].2015. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-da34573c-e686-3a1b-a609-cb2ddd0fa1d9>

MANQUIAN, Carolina. Síntesis de Grafeno usando agentes naturales aplicadas a celdas solares sensibilizadas en colorante. Trabajo de titulación (Ingeniero Físico). Chile: Universidad de Santiago de Chile, Facultad de ciencia, 2017. Recuperado de: https://fisica.usach.cl/sites/fisica/files/manquian_villalobos_carolina_andrea.pdf

MONDÉJAR, Jonatan. Evaluación de tecnologías fotovoltaicas orgánicas. Trabajo de titulación (Máster en energías renovables). Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena, 2014. 14pp. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/f2b5/c77d6f462dddb43a790ccce168ba3803474.pdf>

MONTE, José. Materiales nanoestructurados de TiO₂-grafeno-macrocielos tetrapirrólicos para aplicación en celdas solares. Trabajo de titulación (Doctor en ciencias físico matemáticas con orientación en nanociencias). Los Valles: Universidad de Guadalajara, Escuela de posgrado en ciencias físico matemáticas con orientación en nanociencias, 2016. Disponible en: http://www.web.valles.udg.mx/sites/default/files/tesiscarlos_montesfinal_orientacion_nano_ciencias.pdf

NAZIR, Mustapha, ZAKIA, Fekkai, AHMED, Alkaoud. Eficiencia mejorada de células solares orgánicas basadas en (MEH-PPV) con grafeno y puntos cuánticos. Revista Internacional de óptica de luz y electrones. [En línea]. 2016, n°5 [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-da34573c-e686-3a1b-a609-cb2ddd0fa1d9/tab/summary>

OTÁLORA, Camilo. Desarrollo de materiales usados en la fabricación de celdas solares orgánicas. Trabajo de titulación (Maestría en Ciencias - Química). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, 2013. 21-24 pp. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/12894/1/camiloandresotalora.2013.pdf>

PORTELA, Dafne. Síntesis y caracterización de materiales fotovoltaicos para paneles solares bajo coste y alta eficiencia. Trabajo de titulación (Grado en química). España: UC, Facultad de ciencias, 2015. 19-24 p. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/15233/carlosenaPortela_Dafne_TFG_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

RAFIQUE, Saqib. [et.al]. Moderately reduced graphene oxide via UV-ozone treatment as hole transport layer for high efficiency organic solar cells. *Applied surface science*. [En línea]. 2018. Disponible en: <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1103910197>

RAMOS, Humberto, LUNA, Rafael. Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la Universidad Tecnológica de Salamanca. Trabajo de titulación (Maestría en energías renovables). Chihuahua: Universidad Tecnológica de Salamanca. 2014, 36-37 pp. Disponible en:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%20C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>

REYES, Jesús. Colorantes orgánicos de origen natural utilizados como sensibilizadores de celdas solares. Trabajo de titulación (Magister en Ciencias Químicas). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, 2014. 32-68 pp. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/50614/1/jesusarturoreyeslemus.2014.pdf>

RODRÍGUEZ, Claramaría [et al]. Propiedades y aplicaciones del grafeno. [En línea]. Setiembre del 2014. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/28203384propiedadesyaplicacionesdelgrafeno>

SHIN, Dong. [et.al]. Graphene transparent conductive electrodes doped with graphene quantum dots-mixed silver nanowires for highly-flexible organic solar cells. *Diario de aleaciones y compuestos*. [En línea].2018. Disponible en:

<https://www.x-mol.com/paper/558369>

SILVA, Rodolfo. Eficiencia de las células fotovoltaicas nanoestructuradas a base de dióxido de titano, sensibilizadas con pigmentos nativos peruanos. Trabajo de titulación (Ingeniero Ambiental).Perú: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Ambiental, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31222>

TORALVA, María, SOLÍS, José, GOMÉZ, Mónica. Fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas de Tio₂ modificado con nanopartículas de NiO. *Revista Soc Quim Perú*. [En línea].Marzo, 2016, n°1. [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n1/a09v82n1.pdf>

THOKCHOM, Jayenta. [et.al]. Flexible organic solar cell with graphene/PEDOT: PSS schottky junction on PET substrates. *Revista Internacional de Óptica de luz y Electrónica*. [En línea].2018. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030402618321144>

VILCHES, Felipe. Formulación y elaboración de un snack de arándano con incorporación de fibra dietética. Trabajo de titulación (Ingeniero Agrónomo). Chile: Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, 2005. 14 pp. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/vilches_f/sources/vilches_f.pdf

WINJING, Hou, YAOMING, Xiao, GAOYI, Han, JENG-YU, Lin. The Applications of Polymers in Solar Cells: A Review. Revista Polímeros. [En línea].Enero, 2019, n° 11.[Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330420438_The_Applications_of_Polymers_in_Solar_Cells_A_Revie.

ANEXOS

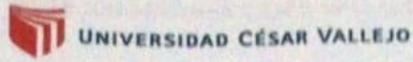
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: CELDAS SOLARES ORGÁNICAS PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE GRAFENO A NIVEL LABORATORIO 2019

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
			VARIABLE INDEPENDIENTE: CELDAS SOLARES ORGÁNICAS A BASE DE GRAFENO, TIO2 Y COLORANTE (ARÁNDANO Y UVA)				
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
¿En qué medida la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano es mayor con la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva?	Comparar la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano con la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva.	La eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano es mayor que la eficiencia del voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva.	Las celdas solares orgánicas son dispositivos fotovoltaicos cuya función se basa en transformar la energía radcada del sol en energía eléctrica en el espectro visible y parte del infrarrojo cercano [...]. El aprovechamiento de la luz solar se obtiene de la energía, ya que se considera una energía limpia (Canseco, 2016).	Para estudiar las celdas solares se estudia los colorantes de arándano y uva y las características de la celda.	Colorante de arándano y uva	Peso del colorante	kg
						Temperatura del secado	° C
					Característica de la celda	Voltaje	V
						Factor de llenado	%
						Eficiencia	%
						Conductividad eléctrica	S.m-1
						Conductividad Térmica	W/mk
						Resistencia	Ohm
						Espesor	um

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	VARIABLES INDEPENDIENTE: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA				
¿Cuál es el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano para generación de energía eléctrica?	Determinar el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y arándano para generación de energía eléctrica.	El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y arándano se ajusta a una distribución normal.	La energía es parte de la vida humana, desde hace muchos años, actualmente el uso de energía ha aumentado a un ritmo muy acelerado, debido al crecimiento poblacional, estilo de vida moderno y rápida industrialización. Las fuentes primarias de energía son los combustibles fósiles, energía nuclear, energía eólica y energía solar (González, 2015).	Para medir la generación de energía eléctrica se estudia la producción de energía.	Producción de energía	Radiación solar	W/m ²
¿Cuál es el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva para generación de energía eléctrica?	Determinar el voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, dióxido de titanio y uva para generación de energía eléctrica.	El voltaje de la celda solar orgánica fabricada con grafeno, oxido de titanio y uva se ajusta a una distribución normal.				Carga	q
Intensidad	A						
Potencia	W						

ANEXO 2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE PROPIEDADES DEL GRAFENO

DIMENSION	PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
PROPIEDADES DEL GRAFENO	Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	
	Absorbancia	u. A	
	Longitud de onda	nm	
	Conductividad térmica	W/(mk)	
	Resistencia	ohm	
	Espesor	μm	

Lima Norte, De del 201....

Jhonny Valverde J
CIP 79862
DNI 18120253


CIP 43444
Firma del experto informante

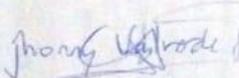
DNI N° 01066653 Teléfono N° 992005015


Exp. 84412

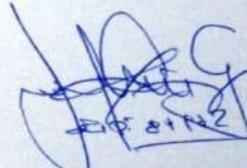
FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE CELDAS SOLARES ORGÁNICAS

DIMENSIÓN	PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
CAPACIDAD VOLTAICA	Densidad de corriente	mA.cm ²	
	Voltaje	V	
	Densidad de potencia	w/m ²	
	Factor de llenado	%	
	Intensidad de corriente	mW/cm ²	
RADIACION SOLAR	Energía calorífica	J	
	Radiación ultravioleta	w.m ²	
COMPUESTO ORGANICO	Espesor de colorante	µm	
	Temperatura del secado	c°	
	Peso del colorante	kg	
	Conductividad eléctrica	µS/cm	
	Nombre del colorante	Arándano (kg)	
		Aceituna (kg)	

Lima Norte, De del 201....


 CIP 79862
 DNI 18170253


 CIP 43444
 Firma del experto informante
 DNI N° 01066653 Teléfono N° 992005015


 CIP 8172

CARACTERÍSTICAS CORRIENTE - VOLTAJE PARA UNA CELDA SOLAR
ORGÁNICA PREPARADA CON GRAFENO Y COLORANTE

Tiempo	Factor de llenado %	PCE %	voltaje v	densidad de corriente mA.cm ²
1 h				
2 h				
3 h				
4 h				
5 h				
6 h				
7 h				
8 h				
9 h				
10 h				
11 h				
12 h				
13 h				
14 h				
15 h				
16 h				
17 h				
18 h				
19 h				
20 h				
21 h				
22 h				
23 h				
24 h				

Lima Norte, De del 201....

Johnny V. V. V.
CIP 79812
DNI 13120253



Firma del experto informante
DNI N° ----- Teléfono N° -----



DNI N° ----- Teléfono N° -----

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
 I.1. Apellidos y Nombres: CORONEL SALAS, JUAN JOSÉ
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 I.3. Especialidad o línea de investigación:
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Carta de Propiedades del Grafeno
 I.5. Autor(A) de Instrumento: PAT. ROJAS, MARIA OFELIA SALAS, CECILIO SALAS

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓	

- III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD
 - El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 - El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

89%

Lima, del 201

FIRMA DEL EXPEDIENTE INFORMANTE
 CIP. 87832
 DNI No. Telf.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
 I.1. Apellidos y Nombres: CORONEL SALAS, JUAN JOSÉ
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 I.3. Especialidad o línea de investigación:
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Propiedades del Grafeno
 I.5. Autor(A) de Instrumento: PAT. ROJAS, MARIA OFELIA SALAS, CECILIO SALAS

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓	

- III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD
 - El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 - El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

89%

Lima, del 201

FIRMA DEL EXPEDIENTE INFORMANTE
 CIP. 87832
 DNI No. Telf.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - U.C.V.
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de propiedades del grafeno
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Paz Rojas María Ojeda - Salas Cecilio Silvia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

- III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD
 - El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 - El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.
 DNI No. Telf.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - U.C.V.
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de las celdas solares G.
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Paz Rojas María Ojeda - Salas Cecilio Silvia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

- III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD
 - El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 - El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.
 DNI No. Telf.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES
 1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge ZENARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CARAS ACADÉMICAS COMPLETO - VOLTAGE
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Paz Rojas Hana, Celina Caban, Cecilio Salva

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

DNI No: Telf: