



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Generación de energía limpia, no convencional, sostenible
empleando raíces de plantas hidropónicas-Lima,2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Leon Capacyachi, Francia del Pilar (ORCID: 0000-0002-8895-7426)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (ORCID: 0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Lima – Perú

2022

Dedicatoria

A todas las personas interesadas en el tema en búsqueda de mejoras en el ambiente, con miras a una calidad de vida.

Agradecimiento

Al universo que me permitió ser parte de esta vida; a mis padres y hermanos que han sido la gran guía de vida y son parte fundamental de la aspiración a la mejora continua y soporte emocional para la elaboración de esta investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	5
III. Metodología.....	16
3.1. Tipo de diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.2.1. Variables.....	17
3.2.2. Operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. Resultados.....	26
4.1. Constatación de hipótesis.....	30
V. Discusión.....	39
VI. Conclusión.....	43
VII. Recomendaciones.....	44
Referencia.....	45
Anexos	

Índice de tablas

Tabla 1: Registro de datos de generación de energía.....	25
Tabla 2: Valores de indicadores de desarrollo y voltaje.....	26
Tabla 3: Registro de aplicación de solución nutritiva al sistema y medidas de voltaje y amperaje	27
Tabla 4: Registro de datos de control diario	29
Tabla 5: Tamaño de raíces, medida de ancho.....	41

Índice de figuras

Figura 1: Fotosíntesis de la planta.....	11
Figura 2: Sistema hidropónico, técnica NFT.....	12
Figura 3: Celdas electroquímicas.....	13
Figura 4: Módulo de acelgas hidropónicas.....	21
Figura 5: Exterior del tubo con electrodos instalados.....	22
Figura 6: Encendido de foco led de bajo rendimiento de día.....	22
Figura 7: Encendido de foco led de bajo rendimiento de noche.....	23
Figura 8: Rizodeposición.....	28
Figura 9: Intersección del nivel de significancia y p valor.....	30

Resumen

Mediante la presente investigación se planteó generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible utilizando raíces de plantas hidropónicas, a través de celdas electroquímicas conectadas en serie en el sistema para ello se utilizaron electrodos que capturaron electrones disponibles almacenados en las raíces de las plantas hidropónicas, propios de la fotosíntesis. Siendo así esta es una investigación cuantitativa, del tipo aplicada puesto que ante la problemática de obtener nuevas formas de energía que no generen contaminantes al medio ambiente se plantea la solución de generar energía limpia con las raíces hidropónicas, del mismo modo esta investigación es de corte transversal puesto que todas las actividades desarrolladas no tuvieron manipulación deliberada de las variables, sino que se observó en su proceso como acontecimiento natural; para lo que se definió como variable independiente a las raíces de plantas hidropónicas y variable dependiente la generación de energía eléctrica limpia. Como resultado se obtuvo 0.11 watts en promedio de energía generada, mientras que los indicadores de desarrollo fueron directamente proporcional a los resultados de cantidad de voltaje; concluyendo que esta investigación hizo uso de raíces de plantas del tipo *Beta vulgaris* var. *cicla*, en un sistema hidropónico el cual no emite gases de efecto invernadero.

Palabras clave: generación de energía, raíces hidropónicas, sistema hidropónico

Abstract

Through the present investigation, it was proposed to generate clean, unconventional, sustainable electrical energy using roots of hydroponic plants, through electrochemical cells connected in series in the system, for which electrodes were used that captured available electrons stored in the roots of hydroponic plants, characteristic of photosynthesis. This being the case, this is a quantitative investigation, of the applied type, since, faced with the problem of obtaining new forms of energy that do not generate contaminants to the environment, the solution of generating clean energy with hydroponic roots is proposed. In the same way, this investigation is cutting transversal since all the activities carried out did not have a deliberate manipulation of the variables but were observed in their process as a natural event; for which the independent variable was defined as the roots of hydroponic plants and the generation of clean electricity as the dependent variable. As a result, an average of 0.11 watts of generated energy was obtained, while the development indicators were directly proportional to the results of the amount of voltage; concluding that this research made use of plant roots of the type of *beta vulgaris* var. *cicla*, in a hydroponic system which does not emit greenhouse gases.

Keywords: power generation, hydroponic roots, hydroponic system

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación ha sido dirigido para poder generar energía eléctrica con apoyo de las raíces de las plantas hidropónicas, esto con fines de generar una energía limpia, responsable con el medio ambiente. El contexto que enmarcó el siguiente trabajo, por un lado, se encuentra el hecho de que en todo proceso de producción de plantas hidropónicas es innata el suministro constante de energía eléctrica y por otro lado tenemos empresas interesadas en el auge de la sustentabilidad ambiental en sus actividades ya sea que esta es iniciativa propia como empresa o parte de las normativas y leyes vigentes establecidas que así lo exigen.

Considerando que la energía eléctrica tiene un precio que en los últimos tiempos ha ido en aumento debido a las crisis producidas e inestabilidad política y de gobierno en nuestro país, constituye un valor significativo en los costos totales de producción.

En el proceso de producción de cultivos hidropónicos, un mayor número de plantas son producidas con el uso de esta técnica comparado con una producción convencional tomando en cuenta la extensión de un terreno, por lo mismo las empresas durante su proceso de producción consumen constante y frecuentemente la electricidad como parte de la tecnología agrícola que desenvuelven. Así mismo las formas de obtención de energía también han ido revolucionando con un enfoque de sustentabilidad, estos con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental en una búsqueda de remediar daños en ella.

En nuestra sociedad actual el estilo de vida ha cambiado puesto que el enfoque de los alimentos que percibíamos y la retribución hacia el medio ambiente no había sido de tal importancia, es por ello que se realiza la necesidad de encontrar mecanismos que puedan desenvolverse evolucionando tanto los aspectos social, económico, ambiental y tecnológicamente aceptable. De esta manera podemos hacer que una

empresa no sólo sea sustentable y sostenible sino también trascendente por la participación y la implicancia de la generación de energía eléctrica como una fuente de energía limpia, amigable con el medio ambiente y la sociedad en crecimiento.

Bajo el contexto antes mencionado se puede considerar que existe la necesidad de generación eléctrica sustentable, evitando de esta manera emitir GEI (gases de efecto invernadero) a la atmósfera, así mismo estaríamos contribuyendo a disminuir los impactos ambientales con respecto al cambio climático; por consecuencia esta investigación es un esfuerzo de contribuir a la preservación del medio ambiente.

Esta investigación ha sido enmarcada en la generación eléctrica tratándose así de disminuir los gases de efecto invernadero, teniendo como base la huella de carbono cero, una medida que refiere a conseguir emisiones de dióxido de carbono netas o iguales a cero de esta manera se busca el equilibrio entre cantidades de dióxido de carbono liberadas y retiradas de la atmósfera.

La investigación contribuyó para cuantificar la generación eléctrica a través de raíces de plantas hidropónicas con la finalidad de obtener una energía limpia, dándole un valor agregado a la producción hidropónica, demostrando liderazgo y eficiencia en el medio ambiente y responsabilidad social, corporativa y ambiental.

Ha sido indispensable en la investigación tomar como referente los elevados índices de contaminación que se emiten a diario por diversas industrias, con la finalidad de contribuir con el medio ambiente, así como la sociedad, esta investigación ha utilizado las raíces de las plantas hidropónicas siendo la zona de almacén de energía natural, el mismo que no se ha visto alterado por este proceso de obtención de energía.

Para fines de la presente investigación se planteó las siguientes interrogativas como parte del problema general y específico

P. G.: ¿Cómo se puede generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando las raíces de plantas hidropónicas?

P.E.1: ¿Cómo influyen los indicadores de desarrollo de las raíces hidropónicas en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible?

P.E.2: ¿Cómo trasciende la solución nutritiva de las raíces hidropónicas en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible?

P.E.3: ¿Cómo interviene la rizodeposición en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible?

La investigación desarrolló los siguientes objetivos generales y específicos respectivamente

O.G.: Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas.

O.E.1: Identificar la influencia de los indicadores de desarrollo en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

O.E.2: Determinar la trascendencia de la solución nutritiva de las raíces de plantas hidropónicas en la generación de energía limpia, no convencional, sostenible.

O.E.3: Precisar la intervención que tiene la rizodeposición en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

En la presente investigación se desarrollaron las posibles respuestas a los problemas planteados con las siguientes hipótesis: generales y específicas respectivamente

H.A.: Se generará energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible con raíces de plantas hidropónicas de forma factible.

Ho: La generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible con raíces de plantas hidropónicas es inviable.

H.E.1: Los indicadores de desarrollo de las raíces de plantas hidropónicas tienen influencia sobre la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

H.E.2: La solución nutritiva de las raíces hidropónicas trasciende en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

H.E.3: La rizodeposición de las plantas hidropónicas interviene en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

El presente proyecto cuenta con antecedentes que hacen referencia a la producción de generación de energía eléctrica con plantas a nivel nacional e internacional. A continuación, investigaciones en el ámbito nacional:

- Asto creó Alinti, un proyecto de generación de energía eléctrica de manera sustentable. Produce energía eléctrica a partir de la fotosíntesis de las plantas repotenciados por la arcilla, Asto utilizó microorganismos electrogénicos, el cual trata de mantener su constante actividad en el macetero de arcilla, así simula su hábitat natural, al entrar en contacto con exudados de la fotosíntesis estos liberan electrones. Como resultado se genera corriente eléctrica el cual se almacena en una batería de 10 amperios, así mismo este proceso permite la purificación del aire reduciendo las emisiones de CO₂. Finalmente recomienda el cuidado exclusivo de la estructura del macetero, teniendo un periodo de vida aproximado de 10 años. (2015)
- Cruzado, realizó un diseño de planta de generación de energía eléctrica utilizando biogás, un recurso natural renovable, en el que hizo uso de residuos de extractos del aceite crudo de palma llevados a un proceso de digestión anaerobia donde se formarán los gases como metano, entre otros. Ayudado de un motor generador para realizar la combustión interna, este dará como resultado la obtención de energía eléctrica. También es posible que el biogás se pueda utilizar como fuente de energía térmica utilizando motores recíprocos de combustión interna. Para fines de determinar los valores de producción Cruzado realizó mediciones con el equipo Gasboard una vez por día para definir la concentración de los gases presentes, así como el poder calorífico. Como resultado se obtuvo para que el generador produzca 741 KW en un periodo de 1 hora,

requiere 308.82 m³ de biogás; así mismo recomienda que los equipos deben pasar por un proceso de evaluación y actualización debido a las variaciones constantes que existe en la tecnología. (2019)

- Freundt, Ramirez, Giudice, Noel, Peña, Murray y López docentes de la UTC con apoyo de sus alumnos desarrollaron el proyecto social PlantaLámpara, para lo cual hicieron estudios sobre los factores que influyen en la planta como suelo, agua y la misma planta determinando características y cualidades de cada una. Las plantas al realizar el proceso de fotosíntesis eliminan residuos que al entrar en contacto con los microorganismos presentes en la tierra se descomponen, generando electrones disponibles; estos electrones son capturados por electrodos ubicados dentro de una grilla, como resultado tenemos corriente eléctrica con la capacidad de abastecer una bombilla de 50 watts aproximadamente. (2015)
- Gamio en la revista Kawsaypacha desarrollo el artículo energía: un cambio necesario en el Perú en el que trata la comparativa de las formas de energías convencionales que contaminan versus energías limpias, en el que detalló cada tipo de energía renovable que pueda tener potencial de producción en el Perú, sin embargo encontró deficiencias en el desarrollo de tecnologías que permitan el pleno desarrollo de estas, así mismo la capacidad de producción establecida a grandes masas en la industria de la energía basada principalmente en el hidrocarburo, donde el mayor impacto es la contaminación atmosférica, los impactos que este ocasiona sobre el ambiente que van deteriorando la capa de ozono seguidos por una cadena que arrastra a los seres vivos como los son animales y personas; cabe recalcar que rescató que en nuestro país el mayor potencial energético que posee es la de las centrales

hidroeléctricas. Determinó que el Perú tiene una capacidad promedio de 70 000 MW de energía potencial aprovechable. Como resultado de su investigación Gamio hace hincapié en discordancia que existe en el país a la mayor demanda de combustible que es el diésel y no las otras formas de energía renovable que es la que posee el Perú. (2017, Número1)

- Rimachi realizó el estudio de la energía que pueda ser generada por plantas mediante el proceso de fotosíntesis , el cual tuvo como objeto analizar y describir el fotosistema que se desarrolla la planta y los complejos proteicos que ocurre en ella; para ello se desarrolló un prototipo de biocelda haciendo uso de membranas de intercambio catiónico y cáscaras de papa, donde se llevará a cabo la reacción electroquímica del sustrato al oxidarse, mientras que el hidrogeno se trasladará al cátodo por electrolitos; como resultado de estos procesos Rimachi observó que si bien las cáscaras de papa y agua residual generan energía eléctrica, esta es muy baja siendo de 0.019 W en la primera semana, por lo mismo que se deduce que al utilizar mayor cantidad de cáscaras de papa y agua residual estas producirán mayor cantidad de watts de energía. Por lo mismo que recomienda se haga mayores estudios con mayor eficiencia para dar mayores alcances para el desarrollo de prototipos mejor valorados y con mayor capacidad de generación. (2019)
- Zamora y Suarez investigaron la comparación de la energía eléctrica generada mediante la fotosíntesis de las especies Ipomea purpurea y Palma areca, San Martin de Porres. Comparan la cantidad de energía eléctrica que producen las especies Ipomea purpurea y Palma areca. Zamora y Suarez recolectaron datos con base en la medición numérica y análisis estadístico con la intención de manipular las variables dentro

de una situación de control, para determinar la cantidad de energía eléctrica que producen. Como resultado se obtuvo que para el mismo proceso ambas plantas fueron en incremento su generación de energía con una diferencia de 9.3% entre cantidad de producción de la Palma areca y la Ipomea. Así mismo recomiendan el uso de mayor número de plantas para el estudio, así como plantas de mayor área foliar. (2017)

Para fines de la presente investigación también se incluyó investigaciones de ámbito internacional, para lo cual tenemos las siguientes:

- Carbonell y Escobar realizaron una investigación en materia de mejoras en el potencial de generación de energía eléctrica enfocado en la energía limpia, esto desarrollado con plantas vivas utilizando celdas microbianas. Con el objetivo de diseñar e implementar sistemas de generación de energía limpia que potencien y aumenten su capacidad de generación; en ella desarrollaron diversas pruebas con circuitos eléctricos contenidos con diversos sustratos y diferentes plantas, para ello se estableció medidas de macetero, red de aluminio (ánodo), alambre de cobre (cátodo) y uso de agua potable iguales para todas las pruebas. Como resultado se obtuvo que el carbón activado por su estructura tiene la capacidad de almacenar cargas eléctricas haciendo que la conductividad eléctrica sea más alta, también se pudo observar que la mezcla de arena negra, carbón activado y agua tuvieron mayor cantidad de voltaje, lo opuesto que ocurre al mezclar el carbón vegetal con arena, adicionalmente se observó que la solución salina produce un deterioro en las plantas de forma acelerada; adicionalmente se pudo determinar que las plantas que formaban mayor cantidad de raíces y con un mayor número de plantas en el macetero se obtuvo mayor incremento en el

voltaje final. Recomienda que se continúe con la investigación puesto que la capacidad de generación aún es baja en comparación a otras formas de generación de energía. (2021)

- Garcia y Ledesma, realizaron la investigación sobre el desarrollo de un prototipo de sistema para la generación de energía eléctrica a partir del proceso de fotosíntesis de las plantas, planteándose conocer la fuente de energía amigable con el medio ambiente proveniente de un proceso natural de las plantas. Para ello desarrollaron una comparativa entre tres tipos de planta que eligieron, estas fueron: hierba buena, lechuga y anís, donde a través de conexiones de ánodos y cátodos en celdas electroquímicas, los cuales los lixiviados fueron los encargados de producir reacciones químicas, se capturaron electrones; a este proceso se le insertó un conjunto de cubos con sus respectivos electrodos separados de la planta por un pequeño espacio de tierra para aprovechar mejor la obtención de energía. Como resultado se obtuvo que la hierba buena con tensiones de 0.55 y 0.6 voltios. La tierra juega un papel importante para la obtención de energía puesto que suministra bacterias necesarias para el proceso de formación y transporte de electrones. (2019).
- Mata, Dimas, Machuca y Medina realizaron la investigación sobre la generación de electricidad a base de fotosíntesis. El cual buscaban conocer nuevas formas de obtener energía limpia, con costos de producción mínimos sin generar residuos, con beneficios ambientales y sociales. Para el desarrollo de la investigación utilizaron cuatro plantas diferentes: *Aloe barbadensis*, *Sansevieria trifasciata*, *Pelargonium citrosum* y *Gazania x hybrida*; en las que se colocaron ánodos y cátodos en la rizosfera de la planta para reducir el diámetro de la rizodeposición y expansión de

electrones para una mejor captación a través de celdas de tierra con conexión serie-paralelo para activar volta y corriente. Como resultado se obtuvo que la planta con mayor eficiencia fue la *Gazania x hybrida* logrando una estética de prototipo que se buscaba. Se recomendó a su vez continuar con una mayor investigación en el desarrollo de un prototipo mejorado para continuar con los avances de generación de energía limpia y espacios verdes. (2017)

- Vidarte, Rebollo y Rodriguez, fundaron la empresa Bioo en el año 2016 con el objetivo de crear energía eléctrica a partir de la fotosíntesis de las plantas. Para este proceso utilizaron un reactor biológico, el cual funciona con células de combustible microbiana, donde gracias a microorganismos presentes las sustancias orgánicas se descomponen y liberan electrones, pasando a la red eléctrica a través de nano cables. Como resultado se obtuvo una eficiencia energética que no daña la estructura de la planta ni el medio ambiente, reivindicando a la generación de energía de forma sostenible y competitiva en el mercado. (2016)
- Zapien, Solorio, Ballesteros y Nuñez investigaron sobre la generación eléctrica a partir de la fotosíntesis natural ¿Una realidad estable? Su propuesta de generar energía sin alterar la estructura vegetal natural para el desarrollo evolutivo aprovechando los recursos naturales disponible. Para la obtención de energía eléctrica se consideró el proceso natural de la fotosíntesis de la planta que hay en mayor dominio en la región haciendo uso de ánodos de cobre y cátodos de zinc; las cuales se llevaron a procesos de reacción para confirmar el flujo de corriente eléctrica, dando como resultado medidas de 0.99 voltios en la fase luminosa con una variación de 0.05 voltios con la fase fijadora de carbono. Como conclusión se

tiene que este proyecto nos da la perspectiva de poder hacer a una mayor escala con fines de otorgar mayor cantidad de energía producida, este a su vez es de menos costo y con mayor ventaja en el enfoque ambiental. (2019)

Con el propósito del desarrollo de la investigación se tiene como previo conocimiento las siguientes bases teóricas:

- **Fotosíntesis**

Es el proceso por el cual las plantas obtienen sus alimentos debido a que son seres autótrofos, donde la planta podrá proporcionarse la energía indispensable para su normal desarrollo y sus procesos vitales. Esto se lleva a cabo en dos fases a continuación descritas:

Fase Luminosa

Las hojas de las plantas se encuentran expuestas al contacto con la energía solar la cual se captan a través de la clorofila, donde se descompone el agua en hidrógeno y oxígeno, liberándose el oxígeno y ganando dos moléculas que por el movimiento de sus electrones producen energía que pasará a formar ATP y NADPH₂.

Fase Oscura o Ciclo de Calvin

También llamada etapa fijadora de carbono donde el ATP y NADPH₂ participan en la reducción del CO₂, donde el ácido fosfoglicérico actúa sobre las moléculas de ATP y NADPH₂ originando azúcares necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

En este proceso de fotosíntesis las plantas expulsan residuos en los cuales los microorganismos al interactuar con estas rompen las moléculas, liberándose electrones.

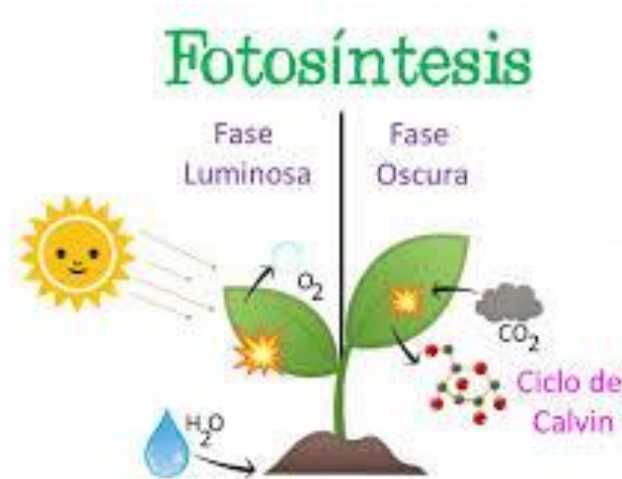


Figura 1: Fotosíntesis de la planta

- **Sistema Hidropónico**

Son procesos que siguen una estructura en la cual las raíces no se establecen en el suelo, sino que este se encuentra en un espacio adaptado para funcionar a través de sustratos contenidos con solución nutritiva o en su defecto en la misma solución nutritiva.

Dentro de la hidroponía se encuentran tipos de cultivos hidropónicos, para fines del desarrollo de esta investigación se tomó como referencia la técnica NFT.

Técnica NFT

Nutrient Film Technique por sus siglas en inglés o la técnica de la película nutritiva; es una de las técnicas más usadas por su facilidad de manejo y menor ocupación de espacio, la cual consiste en la circulación continua y permanente de la solución nutritiva, en un canal de PVC adaptado capaz de sostener el cultivo, en donde se establecen a desnivel o

una pendiente ligera que permita el flujo permanente de la solución; teniendo en cuenta un canal de ingreso de solución así como uno de retorno el cual servirá para que la solución se almacene en un tanque para posterior ser utilizada otra vez de forma re circulante. Esta generalmente se da a través de instalaciones de bombas de motor que brindan el impulso del agua continua.

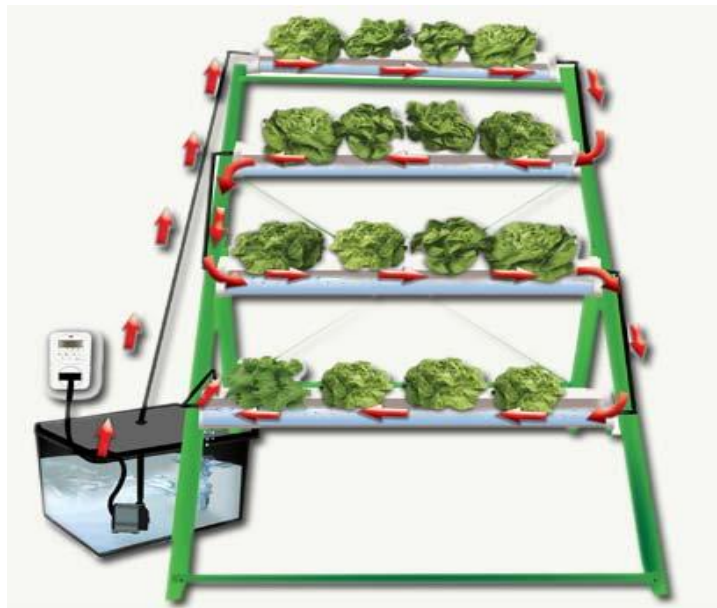


Figura 2: Sistema Hidropónico, técnica NFT

- **Sistema Eléctrico**

Es el conjunto de elementos que sirven para la generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

Celdas Electroquímicas

Este es un dispositivo donde ocurren reacciones químicas de óxido-reducción donde a través de electrodos disponibles en el fluido se realiza la transferencia de electrones donde los protones son atraídos por el cátodo y los electrones por el ánodo permitiendo una corriente eléctrica continua.

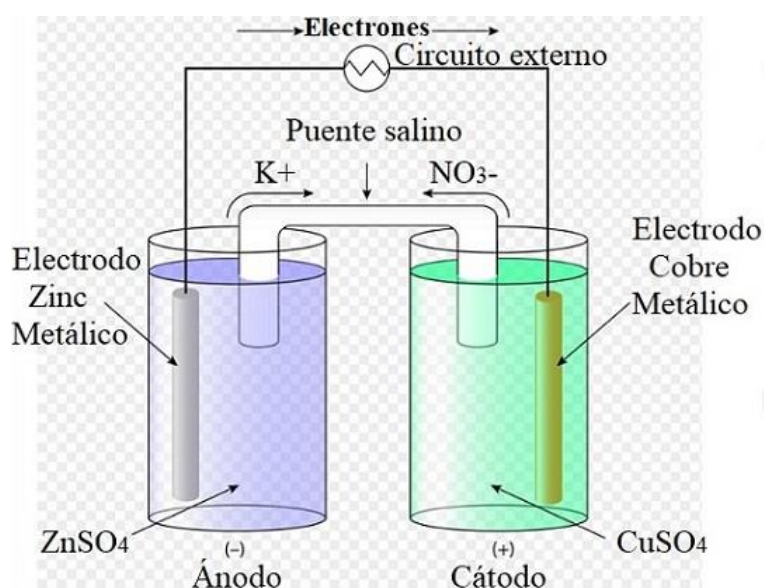


Figura 3: celda electroquímica

Teniendo en consideración las teorías antes mencionadas, se conviene el desarrollo de los enfoques conceptuales que enmarcan la presente investigación a continuación:

- **Energía Eléctrica**
Es la resultante de la diferencia potencial de dos puntos, que genera movimiento de electrones.
- **Corriente continua**
Es el flujo continuo de electrones en movimiento a través de conductores los que se distinguen de positivo y negativo.

- **Ánodo**
Es un tipo de electrodo en el que un material al perder electrones incrementa su estado de oxidación, produciendo una reacción oxidativa.
- **Cátodo**
Es un tipo de electrodo en el que un material al recibir electrones reduce su estado de oxidación, produciendo una reacción de reducción.
- **Carga eléctrica**
Es la propiedad de ciertas partículas subatómicas que se presentan mediante fuerzas de atracción y repulsión.
- **Hidroponía**
Es un tipo de agricultura tecnificado, cuya base es la solución nutritiva por la cual alimentan a las plantas en cuestión a través del fluido.
- **Solución Nutritiva**
Es el medio acuoso por el que se disuelven micro y macronutrientes que servirán de principal alimento para las plantas.
- **Sales Minerales**
Son moléculas inorgánicas que se caracterizan por estar ionizante cuando están disueltas en agua. En ella podemos encontrar aniones y cationes.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de Investigación:**

Hernández, Fernández y Baptista postulan que la investigación del tipo aplicada permite determinar soluciones a problemas concretos en la sociedad o empresas. (2014).

El presente trabajo reunió las condiciones metodológicas para una investigación del tipo aplicada en razón a que con la ayuda de las raíces de plantas hidropónicas podemos transformarla y generar energía eléctrica, una energía limpia aplicando conocimientos básicos del funcionamiento de las plantas en pro de un ambiente de calidad cubriendo así la necesidad básica de uso de energía eléctrica. Siendo esta investigación una solución a los problemas de contaminación por emisión de gases de efecto invernadero.

- **Diseño de Investigación:**

Hernández, Fernández y Baptista proponen que en la investigación no experimental no existe manejo o alteración de las variables bajo ningún tipo de manipulación, así mismo el estudio transversal - descriptivo hace referencia a la observación de los fenómenos que suceden como acto natural para recoger la información que estos datan. (2014) Para la presente investigación determinamos un diseño no experimental de corte transversal – descriptivo correlacional, puesto que se realizó actividades en las que no se manipulan deliberadamente a las variables, sino de lo contrario se observan los fenómenos que van suscitan en determinado momento, para posterior analizarlos.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables:

La presente investigación cuenta con las siguientes variables:

3.2.1.1. Variable independiente

A. Descripción:

Raíces de plantas hidropónicas

B. Indicadores:

B.1. Factores de desarrollo

B.2. Solución nutritiva

B.3. Rizodeposición

3.2.1.2. Variable Dependiente

A. Descripción:

Generación de energía eléctrica limpia.

B. Indicadores:

B.1. Propiedades fisicoquímicas

B.2. Electroodos

B.3. Impactos en el ambiente

3.2.2. Operacionalización:

3.2.2.1. Definición conceptual:

A. Variable independiente:

Es la parte de la planta que se encuentran sumergidas en agua por la cual se nutren, llevándose así un complejo proceso químico denominado fotosíntesis. Beltrano (2015)

B. Variable dependiente:

Movimientos de electrones a través de un proceso complejo donde se trasladan por un

determinado periodo de tiempo.
OSINERGMIN (2016)

Así misma energía limpia es toda energía que durante el proceso de su extracción y generación producen un mínimo o nulo impacto sobre el medio ambiente. Equipo editorial Etecé (2021)

3.2.2.2. Definición operacional

A. Variable independiente:

Conjunto de raíces expuestas que almacenan energía, las cuales se utilizan para capturarlas a través de celdas electroquímicas

B. Variable dependiente:

Es el proceso por el cual se interactúa el ánodo y cátodo a través del medio acuoso (solución nutritiva) obteniendo de esta manera corriente continua.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población: Según Lepkowski (citado por Hernández, Fernández y Baptista en 2014), se constituye por todos los casos que concuerdan por sus especificaciones. (2008b)

La presente investigación fue constituida por la totalidad de plantas hidropónicas del módulo de pruebas en el invernadero hidropónico haciendo un total de 64 plantas de Beta vulgaris var. cicla, el cual se quiere conocer su capacidad de generación eléctrica.

3.3.2. Muestra: Definida como el subconjunto de una población equivalente por una característica establecida. (Hernández, Fernández y Baptista. 2014)

Hesse (2010a) y Onwuegbuzie y Collins (2007) recomiendan que para un análisis correlacional debe tener tamaños mínimos de muestra de 64 casos, por lo que la muestra será igual que el número de población.

Para efectos de la presente investigación se encuentra constituida por las 64 plantas hidropónicas.

3.3.3. Muestreo: Debido a que en la presente investigación se seleccionó muestras tomando juicio relativo, conforma un muestreo no probabilístico. Constituida así por el total de 64 plantas hidropónicas. Hernández, Fernández y Baptista (2014)

3.3.4. Unidad de Análisis: Según Hernández, Fernández y Baptista; está constituida por los sujetos en cuestión de estudio que serán medidos. (2014)

La presente investigación cuenta con las raíces de la planta *Beta vulgaris* var. *cicla* como unidad de análisis elegido a conveniencia además de que su periodo de permanencia en el sistema hidropónico es mayor a otras hortalizas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos:

En la presente investigación se determinó como técnica la observación a la población de raíces de plantas objeto de estudio; análisis de datos, en la que se comparó con información recaudada para mejor entendimiento del desarrollo de la investigación; revisión bibliográfica, que permitió entender el proceso de generación energética.

3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos:

Producto de la investigación se prevalece que se desea extraer los datos directamente de los sucesos de la investigación para lo cual se utilizó como instrumentos ficha de registro de datos en el que se ingresó la información recopilada sobre: medición de aguas, nutrición de plantas, conductividad eléctrica, pH y voltaje obtenidos; dispositivos como multímetro y multiparámetro. Para lo cual la toma de datos se determinó en un periodo de 15 días continuos de la conexión en serie del sistema hidropónico, el mismo que tuvo un nivel de confianza del 95% debido a que es el margen de aceptabilidad.

También se realizó una validación de instrumentos donde fue aprobado por el profesional especialista debidamente colegiado, donde ratificó los criterios empleados para la investigación. Véase en anexos.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se consideró varias etapas, la cual detallaremos de la siguiente manera:

- Revisión bibliográfica: proceso de fotosíntesis, captación de energía, instalaciones eléctricas en serie.
- Instalación de electrodos (anión y catión) en el medio acuoso, de forma que los electrodos no estén en contacto entre sí, sino exclusivamente con el fluido.
- Para la generación de energía eléctrica limpia se tomó en cuenta los rangos valores de controles a través del agua como es la conductividad eléctrica, pH, administración de nutrición de plantas a través del agua (soluciones nutritivas) y voltaje.
- El sistema de generación energética tuvo un monitoreo de 12 horas diarias durante un periodo de quince días, esto para analizar el comportamiento de las variables, así como su funcionamiento.

3.6. Método de análisis de datos

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizó las raíces de la planta Beta vulgaris var. cicla o comúnmente conocida como acelga, donde se realizó la recopilación de datos en el programa Microsoft Excel, donde se desarrolló en un periodo de quince días, tomando los factores representativos como lo son; conductividad eléctrica, pH, temperatura.

Como dato adicional tenemos que la investigación se desarrolló en un invernadero hidropónico, ello implica que las temperaturas se manejan constante y promedio en un rango de 18° C y 20° C.

A. Estructura del sistema hidropónico y la implementación del sistema eléctrico para la generación:

Para esta investigación tuvimos a disposición de un módulo piramidal de 8 tubos de PVC el cual cuenta con 8 plantas de acelga cada uno.

Teniendo en cuenta que para la producción hidropónica tenemos a disposición del tipo NFT, el cual existe una recirculación constante de agua a través de un motor sincronizado, estas aguas contienen solución nutritiva balanceada según una dieta establecida para el tipo de planta. Para esta investigación la solución nutritiva constaba de Solución A (macronutrientes) y solución B (micronutrientes), los cuales son disueltos en el agua a una proporción establecida, de esta manera las raíces cumplen sus funciones de absorción para luego elaborar su propio alimento.

La estructura piramidal con la que se contó nos proporcionó la facilidad de manipular y observar las plantas en su proceso completo de desarrollo, así mismo permite que estas puedan obtener la energía solar suficiente que requieren y se lleve a cabo el proceso de fotosíntesis.



Figura N°4 Módulo de acelgas hidropónicas

Se procedió a colocar ánodos de cobre soldado a un cable que sirvió para realizar las conexiones y se colocó cátodos de magnesio soldado a otro cable parte de la conexión en el interior de cada tubería contenida con plantas de acelga, estos electrodos sumergidos en el fluido contenida con la solución nutritiva, este proceso hasta tener una conexión en serie para lograr capturar los electrones almacenados en las raíces disponibles en las tuberías, generando un campo magnético que las atraiga.

Las raíces también tienen la función de almacenamiento por lo que cuando realizan la rizo deposición se almacena también electrones no usados en su alimentación.



Figura N°5: Exterior del tubo con electrodos instalados

Las conexiones pasaron por un proceso de evaluación por un periodo de 15 días en diversos horarios (7:00 a.m.; 7:00 p.m.) sacando un promedio general por día, esto porque la variación de datos durante el día fue simultánea, es decir no existió mucha variación. Reconociendo que el trabajo dio resultados prendiendo los focos led de bajo consumo que se conectaron.



Figura N°6: Encendido de foco led de bajo rendimiento de día



Figura N°7: Encendido de foco led de bajo rendimiento de noche

B. Reacción REDOX:

Debido a que se colocan los electrodos en posiciones paralelas los electrones disponibles almacenados en las raíces de las plantas hidropónicas son atraídas por estos que pasan a ser captados a través del medio acuoso que los contenía (agua + solución nutritiva), de esta forma los electrones fueron atraídos por el ánodo y los protones por el cátodo.

B.1. Reacción química de la fotosíntesis:

Las plantas realizan un proceso anabólico para poder sintetizar el CO₂, el agua y la luz solar que son absorbidos por la raíz y hojas de la planta.



B.2. Reacción electroquímica del ánodo:

La energía que se almacenó (glucosa) en la raíz de las plantas fueron expuestas frente al ánodo y cátodo; el ánodo por ser un electrodo negativo y de oxidación atrajo electrones.



B.3. Reacción electroquímica de cátodo:

En cambio, el cátodo, un electrodo positivo actuó sobre los productos de la reacción fotosintética reduciéndola.



3.7. Aspectos éticos

Durante el proceso de la investigación y toda información aquí presentada se tomaron en cuenta la privacidad de la entidad de las personas que colaboraron.

Se garantiza el respeto y beneficio a la biodiversidad por el que no se manipuló ni alteró su estructura natural durante el periodo de trabajo.

Esta investigación se realizó con la confidencialidad y veracidad delimitada.

IV. RESULTADOS

- ✓ En este capítulo de la investigación se describen los resultados obtenidos en la tabla N° 1, donde las raíces de las plantas hidropónicas del tipo beta vulgaris var cicla por su nombre científico o acelga comúnmente denominado han logrado una energía promedio de 0.11W/h, dando un indicador muy importante para la contribución del medio ambiente.

REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS POR DÍA

FECHA	VOLTAJE (V)	AMPERIO (mA)	POTENCIA (W)	ENERGÍA PROMEDIO (W/h)
06/12/2021	18.78	6.00	0.11	0.11
07/12/2021	18.49	5.89	0.11	0.11
08/12/2021	18.51	5.85	0.11	0.10
09/12/2021	18.46	5.93	0.11	0.10
10/12/2021	18.45	5.88	0.11	0.10
11/12/2021	18.65	6.02	0.11	0.11
12/12/2021	18.44	5.85	0.11	0.11
13/12/2021	18.45	5.96	0.11	0.11
14/12/2021	18.42	5.88	0.11	0.10
15/12/2021	18.45	5.93	0.11	0.10
16/12/2021	18.67	6.03	0.11	0.11
17/12/2021	18.45	5.89	0.11	0.11
18/12/2021	18.42	5.93	0.11	0.11
19/12/2021	18.41	5.75	0.11	0.10
20/12/2021	18.76	6.02	0.11	0.11

Tabla N°1: Registro de datos de generación de energía

- ✓ Según la tabla N°2 podemos visualizar que los valores obtenidos de los indicadores de desarrollo (conductividad eléctrica, pH y temperatura) son directamente proporcional a las medidas de voltaje puesto que están estrechamente relacionados. Siendo que las primeras son medidas fundamentales en el desarrollo óptimo de las acelgas, por lo mismo que las raíces se encontraron estables.

FECHA	CONDUCT. ELÉCTRICA (S/m)	PH	TEMPERA TURA (°C)	VOLTAJE (V)
06/12/2021	2166	5.8	21°	18.78
07/12/2021	2158	5.8	19°	18.49
08/12/2021	2126	6.0	18°	18.51
09/12/2021	2107	5.9	18°	18.46
10/12/2021	2062	6.0	20°	18.45
11/12/2021	2231	6.1	20°	18.65
12/12/2021	2215	6.2	22°	18.44
13/12/2021	2198	6.1	19°	18.45
14/12/2021	2147	5.8	21°	18.42
15/12/2021	2102	5.9	19°	18.45
16/12/2021	2208	5.7	19°	18.67
17/12/2021	2175	5.9	18°	18.45
18/12/2021	2144	6.0	21°	18.42
19/12/2021	2077	6.1	19°	18.41
20/12/2021	2247	6.0	20°	18.76

Tabla N° 2: Valores de indicadores de desarrollo y voltaje

- ✓ Debido a que la solución nutritiva es el fluido principal en esta investigación, puesto que es el medio por el que se dio el intercambio de electrones; podemos observar que en la tabla N° 3 las veces que se aplica la solución nutritiva en el sistema hidropónico, esta a su vez lectura mayor voltaje y amperaje determinando la estrecha relación directamente proporcional que existe entre estos valores.

<i>FECHA</i>	<i>SOLUCIÓN NUTRITIVA</i>	<i>VOLTAJE (V)</i>	<i>AMPERAJE (mA)</i>
06/12/2021	0.3L Solución A 0.15L Solución B	18.78	6.00
07/12/2021		18.49	5.89
08/12/2021		18.51	5.85
09/12/2021		18.46	5.93
10/12/2021		18.45	5.88
11/12/2021	0.25L Solución A 0.1L Solución B	18.65	6.02
12/12/2021		18.44	5.85
13/12/2021		18.45	5.96
14/12/2021		18.42	5.88
15/12/2021		18.45	5.93
16/12/2021	0.1L Solución A 0.04L Solución B	18.67	6.03
17/12/2021		18.45	5.89
18/12/2021		18.42	5.93
19/12/2021		18.41	5.75
20/12/2021	0.3L Solución A 0.15L Solución B	18.76	6.02

Tabla N°3: Registro de aplicación de solución nutritiva al sistema y medidas de voltaje y amperaje

- ✓ Se puede precisar que debido a que la rizodeposición de las plantas se realiza como un factor de mejora para la producción de su alimento por ser un ser autótrofo, al ser este parte del sistema hidropónico, las raíces de las plantas de beta vulgaris var cicla o acelga no realizaron un desgaste energético en el proceso de crecimiento de las mismas, al contrario por poseer un medio salino equilibrado estos mantienen su energía depositándolo en la película de la rizosfera el cual permitió la obtención de sus electrones disponibles para la generación de energía limpia como a continuación muestra la imagen.

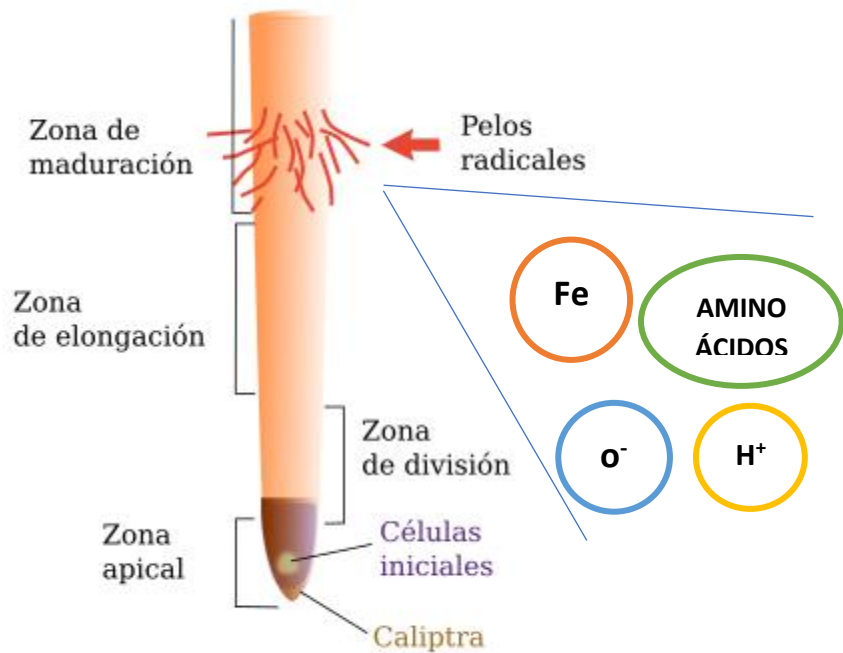


Figura N°8: Rizodeposición

4.1. Constatación de hipótesis

4.1.1. Prueba de hipótesis específica 1:

Formulación de hipótesis estadísticas:

Ha: Los indicadores de desarrollo de las raíces de plantas hidropónicas tienen influencia sobre la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

Ho: Los indicadores de desarrollo de las raíces de plantas hidropónicas no tienen influencia sobre la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

- Se procedió a procesar los casos de la variable independiente a través de la dimensión indicadores de desarrollo con la variable dependiente generación de energía eléctrica limpia, no convencional y sostenible en periodo de 15 días.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CONDUCTA ELECTRICA	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
ENERGÍA PROMEDIO	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

Fuente: Programa SPSS Statistics-IBM.

- Por la naturaleza de los datos recolectados que son cuantitativos fue necesario hacer una prueba de normalidad, con la cual por tener datos menores a 50 (15 días de medición) se utilizó Shapiro – Wilk y como al menos 1 dato salió mayor a 0,05 se concluye que los datos son normales.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico			Estadístico		
	o	gl	Sig.	o	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	,099	15	,200*	,975	15	,923
ENERGIA PROMEDIO	,385	15	,000	,630	15	,000

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Al determinar la cantidad de los datos es necesario utilizar la Prueba de hipótesis de Pearson que es la que se debe aplicar en estos casos.

Correlaciones

		CONDUCTA ELECTRICA	ENERGIA PROMEDIO
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Correlación de Pearson	1	,816**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
ENERGIA PROMEDIO	Correlación de Pearson	,816**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Con los datos obtenidos, es necesario verificar la correlación de Pearson con el cuadro de la escala de valores del coeficiente de conversión para el cual tenemos 0,816 que se traduce en una correlación positiva alta.

Valor de ρ	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Programa SPSS Statistics-IBM.

- Por otra parte, la Sig (bilateral) o Pvalue = 0,000 que es menor a 0,05 con lo que se rechaza la hipótesis nula específica 1 y validamos la hipótesis específica alternativa 1.

- Por lo tanto:

Ha: Los indicadores de desarrollo de las raíces de plantas hidropónicas tienen influencia sobre la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

4.1.2. Prueba de hipótesis específica 2:

Formulación de hipótesis estadísticas:

Ha: La solución nutritiva de las raíces hidropónicas trasciende en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

Ho: La solución nutritiva de las raíces hidropónicas no trasciende en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

- Se procedió a procesar los datos de la dimensión solución nutritiva con la variable generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible en un periodo de 15 días.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SOLUCIÓN NUTRITIVA	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
ENERGIA PROMEDIO	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

Fuente: Programa SPSS Statistics – IBM

- Por la naturaleza de los datos recolectados que son cuantitativos, fue necesario hacer una prueba de normalidad, la cual por poseer menor a 50 datos se utilizó Shapiro – Wilk; siendo que los datos salieron menores a 0,05 el que se concluye que los datos no son normales.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SOLUCIÓN NUTRITIVA	,371	15	,000	,686	15	,000
ENERGIA PROMEDIO	,385	15	,000	,630	15	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Al determinar que los datos no son normales, es necesario utilizar la Prueba de hipótesis de Rho de Spearman, que es la que se aplica en estos casos.

		Correlaciones		
			SOLUCION NUTRITIVA	ENERGIA PROMEDIO
Rho de Spearman	SOLUCIÓN NUTRITIVA	Coefficiente de correlación	1,000	-,774**
		Sig. (bilateral)	.	,001
		N	15	15
	ENERGIA PROMEDIO	Coefficiente de correlación	-,774**	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	.
		N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Con los datos obtenidos, es necesario verificar la correlación de Pearson con el Cuadro de la escala de valores del coeficiente de conversión para el cual tenemos: -0,774 que se traduce en una correlación negativa alta.

Valor de <i>rho</i>	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Programa SPSS Statistics-IBM.

- Por otra parte, la Sig (bilateral) o P value = 0,001 que es menor a 0,05 con lo que se demuestra que a pesar de que exista una correlación negativa entre las variables podemos demostrar que sí se relacionan, entonces rechazamos la hipótesis nula específica 2 y validamos la hipótesis específica alternativa 2.
- Por lo tanto:

Ha: La solución nutritiva de las raíces hidropónicas trasciende en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

4.1.3. Prueba de hipótesis específica 3:

Formulación de hipótesis estadísticas:

Ha: La rizodeposición de las plantas hidropónicas intervienen en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

Ho: La rizodeposición de las plantas hidropónicas no intervienen en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

- Se procede a procesar los casos de la dimensión rizodeposición con la variable de generación de energía eléctrica limpia, no convencional y sostenible medidas en 64 plantas pertenecientes al Sistema.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RIZODEPOSICIÓN	64	100,0%	0	0,0%	64	100,0%
ENERGÍA PROMEDIO	64	100,0%	0	0,0%	64	100,0%

Fuente: Programa SPSS Statistics - IBM

- Por la naturaleza de los datos recolectados que son cuantitativos, fue necesario hacer una prueba de normalidad, con la cual por tener datos mayores a 50 (64 plantas pertenecientes al Sistema) se utilizó Kolmogorov - Smirnov y debido a que los datos son menores a 0,05 se concluye que los datos no son normales.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RIZODEPOSICIÓN	,222	64	,000	,884	64	,000
ENERGÍA PROMEDIO	,388	64	,000	,624	64	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Entonces, al determinar que los datos no son normales, es necesario utilizar la Prueba de hipótesis de Rho de Spearman, que es la que se aplica en estos casos.

Correlaciones

			RIZODEPOSICIÓN	ENERGÍA PROMEDIO
Rho de Spearman	de RIZODEPOSICIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	-,316*
		Sig. (bilateral)	.	,011
		N	64	64
	de ENERGÍA PROMEDIO	Coefficiente de correlación	-,316*	1,000
		Sig. (bilateral)	,011	.
		N	64	64

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

- Con los datos obtenidos, es necesario verificar la correlación de Pearson con el Cuadro de la escala de valores del coeficiente de conversión para el cual tenemos -0,316 que se traduce en una correlación negativa baja.

Valor de <i>rho</i>	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Programa SPSS Statistics - IBM

- Por otra parte, la Sig (bilateral) o P value = 0,011 que es menor a 0,05 con lo que se demuestra que a pesar de que exista una correlación negativa entre las variables podemos demostrar que sí se relacionan, entonces rechazamos la hipótesis nula específica 3 y validamos la hipótesis específica alternativa 3.

- Por lo tanto:

Ha: La rizodeposición de las plantas hidropónicas interviene en la generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible.

4.1.4. Prueba de hipótesis general:

Formulación de hipótesis estadísticas:

H.A: Se generará energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible con raíces de plantas hidropónicas de forma factible.

Ho: La generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible con raíces de plantas hidropónicas es inviable.

- Debido a que los datos de las variables tienen distintos resultados de normalidad (normales y no normales), siendo que la hipótesis general abarca las dimensiones antes procesadas, se valida la hipótesis alterna general y se descarta la hipótesis nula.
- Por lo tanto:
H. A.: Se generará energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible con raíces de plantas hidropónicas.

V. DISCUSIÓN

- La generación de energía limpia producida en esta investigación se realizó con plantas de beta vulgaris var cicla o acelga, el cual se eligió por conveniencia debido a que su periodo de cosecha es constante y la planta es permanente durante un periodo de 10 a 12 meses en el sistema hidropónico, a su vez este sistema ha permitido que su observación sea manejable y de control constante puesto que las raíces se encuentran en el interior de los tubos de PVC el cual permitió el acceso a éstas.

La cantidad de energía generada ha sido de bajo rendimiento; si se considera que las empresas en el rubro realizan grandes producciones y a escala continua, esto quiere decir que la producción es constante, la generación de energía sería mayor satisfaciendo una porción significativa en el consumo eléctrico interno.

Debido a que la generación de energía que se realizó se llevó a cabo de un proceso fisicoquímico en el que las raíces de las plantas no se vieron afectadas ni perjudicadas por esta acción ya que los electrodos capturaban electrones disponibles o de reserva que generalmente son almacenados en las raíces de la planta como parte del proceso fotosintético; por lo mismo la energía obtenida de este proceso no emitirá gases de efecto invernadero que comprometan al medio ambiente y su entorno.

- Siendo que la conductividad eléctrica permite identificar la cantidad de sales disueltas, a su vez permite conocer la capacidad del fluido para transportar corriente eléctrica: el pH del sistema hidropónico nos dará cuenta de la acidez del fluido; y la temperatura en hidroponía permite que las plantas crezcan en estándares de condiciones climáticas y elementos esenciales para su desarrollo normal sin causar estrés en ellas; estos indicadores que establecen un óptimo crecimiento en la planta tienen un aporte relevante en la generación de energía, puesto que estos elementos interactúan directamente con los ánodos y

cátodos así mismo con la raíz de las plantas quienes a partir de su capacidad de almacenar energía producto de la fotosíntesis se logró la interacción de electrones disponibles.

Es oportuno recalcar que para este proceso de generación eléctrica las condiciones en la que se desarrolla la hidroponía son paramétricos, puesto que el mismo hecho de llevar un control constante para la producción proyectada logró que los medios de estos indicadores sean favorables para la oxidación y reducción de electrones disponibles sin que se afecte a la planta. Así mismo el desarrollo de la presente se llevó a cabo en un invernadero hidropónico, el cual es un área cerrado y protegido para evitar que los cambios bruscos del clima afecten a las plantas.

- En la hidroponía es básico que la formulación de la solución nutritiva del sistema este correctamente balanceado, esto quiere decir que las medidas y cantidades de micro y macronutrientes sean las adecuadas o las que requiere la planta, las cuales deben tener como característica la solubilidad, puesto que si existiera un exceso de uno de estos elementos se verá reflejado también en el estado de la raíz.

La solución nutritiva permite que los elementos disponibles en el fluido se ionicen para poder ser absorbidos por la raíz, el buen funcionamiento de este mecanismo logró que las plantas crezcan sanas y a su vez que las raíces guarden mejor el almacén de energía el cual se aprovechó a través de electrodos posicionados en el sistema.

- Las plantas realizan la función de rizodeposición en un afán de obtener los alimentos necesarios para su desarrollo y permanencia; en el sistema hidropónico la rizodeposición se llevó a cabo a lo largo de las tuberías de PVC donde se desplazaron en ella para absorber los nutrientes disponibles en el fluido, este proceso necesario lleva a cabo la fotosíntesis haciéndolo más eficiente en la producción de glucosas el cual es depositado para su almacén, este proceso es el que nos importó en el afán de generar energía eléctrica limpia, para que nuestro

sistema sea eficiente debemos considerar las condiciones en las que se desarrollan las raíces, lo cual en la técnica hidropónica aportó puesto que se observó los cuidados fundamentales en el desarrollo de la raíz, su estructura, formación, coloración, vigor hicieron que se desarrolló un buen almacenamiento de electrones disponibles esto quiere decir gracias a las condiciones antes mencionadas las raíces desarrollaron la disposición de electrones que permitió su aprovechamiento a través de mecanismos químicos, sin que se lleve a cabo un desgaste de energía por parte de las plantas.

La disposición que tuvo las raíces en este sistema es controversial ya que en el suelo la rizodeposición hace que las raíces crezcan en mayor tamaño, mientras que en la hidroponía no ocurre esto.

- A diferencia de Bioo, empresa que genera electricidad de plantas en el suelo, producen entre 3 a 40 vatios por metro cuadrado, podría deducirse que producen mayor cantidad de energía eléctrica, pero no se ha hecho una investigación con el mismo tipo de planta, por otro lado Bioo utiliza el suelo para obtener energía debido a que los microorganismos interactúan con las raíces, este proceso a su vez requieren mayor espacio para el desarrollo de las plantas, mientras que en la hidroponía el recurso suelo es optimizado a través de módulos con tuberías que pueden producir más de un 100 % en un mismo área de terreno, es así que tendríamos más raíces almacenando energía.

- Asto, con su proyecto Alinti obtiene energía de un sistema híbrido ya que no solo obtiene la energía que las raíces almacenan sino que en el macetero que los contiene aprovecha las propiedades de la arcilla que ayudan al intercambio microbiano en las raíces, además el sistema que ha creado le adhirió un pequeño panel en el exterior por lo que su capacidad de generación energética es mayor, a diferencia de este proyecto no se podría aprovechar del mismo modo el intercambio microbiano en las tuberías de PVC.

- A diferencia de la generación de energía con biogás como en el caso de Cruzado que utilizó un proceso de combustión el cual emite CO₂, un gas de efecto invernadero; la generación de energía eléctrica con raíces de plantas hidropónicas no fue necesario recurrir a la combustión para la obtención de energía ya que se realizó a través de celdas electroquímicas con electrodos, sin embargo existe la disyuntiva en la capacidad de generación de energía puesto que en el primer caso para obtener 0.1W requiere de 0.00004 m³ de biogás y con las raíces hidropónicas se requiere 64 plantas aproximadamente.

- Finalmente, la investigación fue factible en su desarrollo puesto que se generó energía eléctrica limpia apoyada en las raíces hidropónicas, aun siendo esta de bajo rendimiento. Reconociendo que la presente investigación permita contribuir en los cambios de evitar la emisión de gases de efecto invernadero que perjudiquen a la atmósfera, esperando que las futuras generaciones también consideren investigaciones representativas asumiendo retos de mejora continua.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se concluye que a través de las raíces hidropónicas se generó un promedio de 0.11 Watts en un sistema hidropónico el cual tuvo 18.78 voltios como máximo y 18.41 voltios como mínimo, durante el periodo de quince días que se hizo las mediciones.
- 6.2. Los indicadores de desarrollo han influenciado en la generación de energía eléctrica de forma directa ya que por sus propiedades en función de iones y transmisión de electrones interactuaron con los electrodos, así como indirectamente ya que estos indicadores mantienen en óptimo estado las raíces de las plantas para su desarrollo en el sistema hidropónico.
- 6.3. La solución nutritiva va a variar la proporción de acuerdo a la planta que se utilice en el sistema hidropónico, pero este ha sido trascendental para la generación de energía debido a que su composición hizo posible el intercambio catiónico e iónico de los electrones almacenados en las raíces de las plantas hidropónicas.
- 6.4. La rizodeposición hizo parte de esta investigación un papel importante puesto que por su proceso en aras de una mejor obtención de nutrientes para su propio alimento de la planta al no necesitar de buscar en la profundidad del suelo nutrientes y encontrarlos disponibles en la solución nutritiva no hizo desgaste energético permitiendo el almacén de energía en las raíces.

VII. RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones se sugiere hacer pruebas con otras plantas hidropónicas para poder comparar la eficiencia de generación energética.
- En experiencia del trabajo desarrollado se sugiere tomar en cuenta las condiciones de producción respecto al ambiente o escenario al que se producirán estas plantas ya que las condiciones de clima podrían afectar la planta, está a las raíces, así mismo a la generación de energía como producto final.
- Es menester establecer los valores de agua con el que se trabaja el sistema hidropónico para que la solución nutritiva tenga la cantidad oportuna de aportes de nutrimentos a las plantas a través de las raíces sin dañarlas. La exposición a sales excesivas afectaría directamente en la generación energética.
- Se sugiere hacer un estudio con el mismo tipo de planta que las de suelo para poder lograr la comparación de estos dos sistemas y su capacidad de generación energética y efectos en las raíces de las plantas.

REFERENCIAS

ACOSTA, Belén. Técnica en jardinería y recursos naturales y paisajísticos. 2 de agosto, 2019. Plantas hidropónicas: tipos, lista de ejemplos y cómo cultivarlas

<https://www.ecologiaverde.com/plantas-hidroponicas-tipos-lista-de-ejemplos-y-como-cultivarlas-2159.html>

ALVAREZ Luis. Estudio de viabilidad de la generación de energía eléctrica mediante una célula de combustible vegetal microbiana (Plant-microbial fuel cell) por fotosíntesis de la planta Phaseolus vulgaris (frijol). Tesis (Maestría). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2021

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/15363>

ASTO, Hernan. Alinti electricidad para el pueblo. 2015. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/460577061/Alinti-electricidad-para-el-pueblo-docx>

BELTRAN Jenifer, Huertas German y Riaño Jessika. Proyecto de inversión de generación de energía eléctrica con fuentes alternativas en el sector de la calera. Tesis (Especialista). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. 2017.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15440/1/Generaci%C3%B3n%20de%20Energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20con%20fuentes%20alternativas.pdf>

BELTRANO, José y GIMENEZ, Daniel. Cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de la Plata. 2015.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1

CARBONELL Stalin y Escobar Jadier. Mejoras en el potencial de generación de energía eléctrica de plantas vivas a partir de celdas de combustible microbiano. Atlántico, Colombia: Universidad de la Costa CUC. 2021

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/7812/Mejoras%20en%20el%20potencial%20de%20generaci%3%b3n%20de%20energ%3%ada%20el%3%a9ctrica%20de%20plantas%20vivas%20a%20partir%20de%20celdas%20de%20combustibles%20microbiano..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CATELÁN Demetrio. Generación de electricidad del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) por medio de fotosíntesis. Article. Journal of Environmental Sciences and Natural Resources vol. 6 N°18. 2020

https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recurso_s_Naturales/vol6num18/Journal_of_Environmental_Sciences_and_Natural_Resources_V6_N18_1.pdf

CEBADA Ricardo. Energía limpia a partir de plantas. Socialab. México. 2017

<https://comunidad.socialab.com/challenges/comprometidos2017/idea/44434>

CHIRI, Adolfo. Las energías limpias, 2017. Disponible en:

<file:///C:/Users/DELL/Downloads/17897-Texto%20del%20art%C3%ADculo-70952-1-10-20170515.pdf32>

CHUNCHO Guillermo, Chunchu Carlos y Aguirre Zhofre. Anatomía y morfología vegetal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 2019

<https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>

CONTRERAS José, Martínez Judith y Falla Cindy. Carbono acumulado en raíces de especies vegetales en sistemas silvopastoriles en el Norte de Colombia. Revista SciELO vol. 55 N°1. Colombia. 2021

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S221538962021000100052&script=sci_ar text

EDENHOFER Ottmar, Pichis-Madruga Ramón, Sokona Youba, Seyboth Kristin, Matschoss Patrick, Kadner Susanne, Zwickel Timm, Eickemeier Patrick, Hansen Gerrit, Schlomer Steffen y Von Stechov, Christoph. Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. Informe especial del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. IPCC, 2018.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf

FLOREZ, Roldán, Omote y Molleda. Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Pesquería. 2021.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172021000400635&script=sci_arttext

FURNESS Dyllan. Meet the MIT scientist who's growing semi-sentient cyborg houseplants. Emerging tech. 2018

<https://www.digitaltrends.com/cool-tech/elowan-is-a-cyborg-plant-that-can-move-towards-the-light/>

GAMIO Pedro. Energía: un cambio necesario en el Perú. Plataforma Latinoamericana de energías renovables. Revista Kawsaypacha N°1. 2017

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/Kawsaypacha/article/view/19646/19740>

GANTIVA Alberto, Díez Claudia y Moreno Flavio. Efecto de la interacción luz-agua sobre la fotosíntesis de la Vanilla planifolia (Orchidaceae). Revista de Biología Tropical. Universidad de Costa Rica. 2020.

<https://www.redalyc.org/journal/449/44966323020/html/>

GARCIA, Duvan y Ledesma, Yerson. Desarrollo de un prototipo de sistema para la generación de energía eléctrica a partir del proceso de fotosíntesis de las plantas. Tesis (Ingeniería Electrónica). Cundinamarca, Colombia: Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ingeniería. 2019.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2380/Desarrollo%20de%20un%20prototipo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GOMEZ María, Noellemeyer Elke y Frasier Ileana. Dinámica de rapices y actividad biológica en secuencias de cultivos en dos tipos de suelo de la región semiárida central. Revista SciELO. Cienc. Suelo vol. 38 N°1. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2020.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672020000100006

GOMEZ Noemí. Imitar la fotosíntesis de las plantas para generar energía limpia. Efe: verde. Madrid, España. 2019

<https://www.efeverde.com/noticias/fotosintesis-artificial-energia-limpia/>

Investigación y desarrollo.2020. Technologies Bioo. Disponible en:

<https://es.biotech.com/research>

Instituto italiano di Tecnologia – IIT. How plants can generate electricity to power LED light bulbs. ScienceDaily. Diciembre. 2018

<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/12/181212093308.htm>

LECARO Jorge y Garzón Victor. Energía eléctrica fotosintética: una alternativa económica y ecológica para los sectores rurales y urbanos del Cantón Machala, provincia de El Oro. Artículo científico. Edición N°63, vol. 6. Universidad Técnica de Machala, facultad de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador. 2021. [16p.]

MARINEZ, Yaiza. Raíces vegetales y bacterias: una inesperada fuente de electricidad. Redacción T21. 26 de noviembre, 2012

https://tendencias21.levante-emv.com/raices-vegetales-y-bacterias-una-inesperada-fuente-de-electricidad_a14300.html

MIRANDA Juan. Obtención de energía eléctrica a partir de materia orgánica biodegradable mediante el sistema integrado humedal construido – celda combustible microbiana. Tesis (Ingeniero Ambiental). Concepción, Chile: Universidad de Concepción. 2019

http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3589/4/Tesis_Obtencion_de_energia_el_ectrica.Image.Marked.pdf

MORA Isabel, Carrera Vladimir, Bozo Milton, Barbaran Juan, Wong Lauren, Avalos Jose, Barbieri Marcello y Vindrola Angello. Planta lámparas: plantas que dan luz. Universidad de Ingeniería y Tecnología. Agosto 2015.

<https://www.utec.edu.pe/plantalamparas-plantas-que-dan-luz>

MORENO Mario, Pineda Joel, Colinas Teresa y Sahagún Jaime. El oxígeno en la zona radical y su efecto en las plantas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol. 11 N°4. Ensayo. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo. 2020. [13p.]

NARENDRAN Sekar y Ramaraja Ramasamy. Avances recientes en la conversión de energía fotosintética. Revista de fotoquímica y fotobiología C: Reseñas de fotoquímica vol 22. 2015.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389556714000409>

N. Priyanka, N. Geetha, Mansour Ghorbanpour y Perumal Venkatachalam. Capítulo 6 – Papel de las nanopartículas de óxido de cobre y zinc diseñadas para promover el crecimiento y rendimiento de las plantas: estado actual y perspectivas futuras. 2019

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128153222000079>

Plan nacional integrado de energía y clima. PNIEC 2021-2030. España. 2020

https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf

Plantas que dan luz. Revista Circle. 2021

<https://www.revistacircle.com/2021/05/11/generar-energia-electrica-a-partir-de-plantas/>

PRINCIPALES INDICADORES DEL SECTOR ELÉCTRICO A NIVEL NACIONAL –
Dirección general de electricidad. Junio 2021. Ministerio de energía y minas.

Disponible en:

[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/2%20Cifras%20preliminares%20del%20Sector%20Electrico%20-%20Mayo%202021a%20Rev1\(1\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/2%20Cifras%20preliminares%20del%20Sector%20Electrico%20-%20Mayo%202021a%20Rev1(1).pdf)

Revista Concepto. Energías limpias. Editorial Etecé, edición 5 de agosto, 2021.

<https://concepto.de/energias-limpias/#ixzz7JJQYeolt>

RIMACHI Carmen. Estudio de la energía generada por las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis, como alternativa sostenible. Trabajo de investigación. Lima, Perú: Universidad Peruana Unión. 2019.

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2457/Carmen_Trabajo_Bachillerato_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

ROJAS S., Aburto A., Espilco N., Minchola J., Rodriguez M., Fernando O. y Mendoza K. Electricidad a partir de plantas vivas. Escuela profesional de Ingeniería Ambiental. Cesar Vallejo. Cientifi-k 6(1). Perú. 2018

<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/1302/1165>

SALGADO María, Zepeda José, del Prado Miguel, Luna Jacinta y Cruz Rosa. Celda biofotovoltaica para la generación de energía eléctrica a través de plantas vivas. Investigación en la educación Superior. Hidalgo, México. 2019

https://www.researchgate.net/publication/342014987_Celda_biofotovoltaica_para_la_generacion_de_energia_electrica_a_traves_de_plantas_vivas

SEREBRISKY Tomás, Brichelli Juan, Rivas Maria y Sanin Maria. Impacto del COVID-19 en la demanda de servicios. 21 de abril, 2020

<https://blogs.iadb.org/agua/es/servicios-de-infraestructura-asequibles-para-todos-en-tiempos-de-coronavirus-y-mas-alla/>

SOCIEDAD DE ENERGÍA PETROLEO Y MINA – Energía, datos actualizados 2022

<https://www.snmpe.org.pe/prensa/sintesis-de-noticias/energia.html>

SOLOGNIER Sallyslain. Estudio de caso sobre la generación de energía a partir de plantas vivas y propuesta de prototipo. Tesis (Ingeniería Ambiental). Bucaramanga, Colombia: Universidad Santo Tomás. 2020. [62p.]

SOTO Jocelyn. ¿Energías limpias y renovables son lo mismo? Greenpeace. México. 2020

<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8519/energias-limpias-y-renovables-son-lo-mismo/>

SUNITA Kataria, Anshu Rastogui, Marek Živčák, Marian Brestic, Shiliang Liu, Durgesh Kumar Tripathi. Capítulo 6 – Papel de las nanopartículas en la fotosíntesis: vías y aplicaciones. 2018

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128114889000068>

ZAPIEN José, Solorio Bianca, Ballesteros Juan y Nuñez Frida. Generación eléctrica a partir de la fotosíntesis natural; ¿Una realidad escalable? Revista de energías renovables. Septiembre, 2019 vol. 3.

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol3num10/Revista_de_Energ%C3%ADas_Renovables_V3_N10_1.pdf

ANEXOS

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Raíces de Plantas hidropónicas	Es la parte de la planta que se encuentran sumergidas en agua por la cual se nutren, llevándose así un complejo proceso químico denominado fotosíntesis. Beltrano (2015)	Conjunto de raíces expuestas que almacenan energía, las cuales se utilizan para capturarlas a través de celdas electroquímicas.	Indicadores de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> - Conductividad eléctrica - pH - Temperatura
			Solución Nutritiva	<ul style="list-style-type: none"> - Solución A - Solución B - Fluido
			Rizodeposición	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de la raíz - Cantidad de raíz - Capacidad de absorción
Variable Dependiente: Generación de Energía Eléctrica Limpia	Movimientos de electrones a través de un proceso complejo donde se trasladan por un determinado periodo de tiempo. OSINERGMIN (2016) Así misma energía limpia es toda energía que durante el proceso de su extracción y generación producen un mínimo o nulo impacto sobre el medio ambiente. Equipo editorial Etecé (2021)	Es el proceso por el cual se interactúa el ánodo y cátodo a través del medio acuoso (solución nutritiva) obteniendo de esta manera corriente continua.	Propiedades fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> - Corriente eléctrica - Potencia eléctrica - Carga eléctrica
			Electrodos	<ul style="list-style-type: none"> - Conductor eléctrico - Ánodo - Cátodo
			Impactos en el ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de la calidad de aire - Neutralidad de carbono - Cambio climático

REGISTRO DE DATOS DE CONTROL DIARIO

FECHA	SOLUCIÓN NUTRITIVA	CONDUCT ELÉCTRICA	PH	TEMPERATURA	VOLTAJE (V)	AMPERAJE (mA)	POTENCIA PROMEDIO (W)
06/12/2021	0.3L Solución A	2166	5.8	21°	18.78	6.00	0.11
	0.15L Solución B						
07/12/2021		2158	5.8	19°	18.49	5.89	0.11
08/12/2021		2126	6.0	18°	18.51	5.85	0.11
09/12/2021		2107	5.9	18°	18.46	5.93	0.11
10/12/2021		2062	6.0	20°	18.45	5.88	0.11
11/12/2021	0.25L Solución A	2231	6.1	20°	18.65	6.02	0.11
	0.1L Solución B						
12/12/2021		2215	6.2	22°	18.44	5.85	0.11
13/12/2021		2198	6.1	19°	18.45	5.96	0.11
14/12/2021		2147	5.8	21°	18.42	5.88	0.11
15/12/2021		2102	5.9	19°	18.45	5.93	0.11
16/12/2021	0.1L Solución A	2208	5.7	19°	18.67	6.03	0.11
	0.04L Solución B						
17/12/2021		2175	5.9	18°	18.45	5.89	0.11
18/12/2021		2144	6.0	21°	18.42	5.93	0.11
19/12/2021		2077	6.1	19°	18.41	5.75	0.11
20/12/2021	0.3L Solución A	2247	6.0	20°	18.76	6.02	0.11
	0.15L Solución B						

Tabla N°4: Registro de datos de control diario

MEDIDA DE ANCHO (m)

RAÍZ	06/12/2021	21/12/2021
R1	0,11	0,11
R2	0,12	0,12
R3	0,10	0,10
R4	0,12	0,12
R5	0,14	0,14
R6	0,10	0,10
R7	0,12	0,12
R8	0,11	0,11
R9	0,11	0,11
R10	0,13	0,13
R11	0,10	0,10
R12	0,10	0,10
R13	0,13	0,13
R14	0,11	0,11
R15	0,11	0,11
R16	0,12	0,12
R17	0,10	0,10
R18	0,12	0,12
R19	0,11	0,11
R20	0,13	0,13
R21	0,11	0,11
R22	0,11	0,11
R23	0,10	0,10
R24	0,12	0,12
R25	0,12	0,12
R26	0,11	0,11
R27	0,11	0,11
R28	0,10	0,10
R29	0,11	0,11
R30	0,12	0,12
R31	0,12	0,12
R32	0,10	0,10
R33	0,14	0,14
R34	0,11	0,11
R35	0,13	0,13
R36	0,13	0,13
R37	0,10	0,10
R38	0,11	0,11
R39	0,11	0,11
R40	0,10	0,10
R41	0,12	0,12
R42	0,12	0,12
R43	0,10	0,10
R44	0,11	0,11
R45	0,11	0,11

R46	0,11	0,11
R47	0,10	0,10
R48	0,13	0,13
R49	0,11	0,11
R50	0,10	0,10
R51	0,10	0,10
R52	0,12	0,12
R53	0,13	0,13
R54	0,11	0,11
R55	0,12	0,12
R56	0,11	0,11
R57	0,10	0,10
R58	0,10	0,10
R59	0,11	0,11
R60	0,13	0,13
R61	0,11	0,11
R62	0,10	0,10
R63	0,12	0,12
R64	0,12	0,12
PROMEDIO	0,11	0,11

Tabla N°5: Tamaño de raíces, medida de ancho

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS:

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos: *Melanie Angèle Morúa Céspedes*
 1.2. Cargo o institución donde labora: *Ingeniero de Medio Amb. Del Electrica Andes*
 1.3. Especialidad o línea de investigación: *Especialista en Gestión Energética*
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Registro de Datos De Control Diario de Generación de Energía*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Título de la investigación		Generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas - Lima, 2022					
Objetivo		Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas a través de celdas electroquímicas					
Dimensión	Indicador	Criterio de evaluación					Observación o recomendación
		DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE	
CLARIDAD	Formulado con el lenguaje apropiado					90%	
OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables					95%	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					98%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					98%	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora respecto a la conservación del medio ambiente					100%	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos técnicos - científicos de la tecnología educativa					98%	
COHERENCIA	Entre los indicadores y dimensiones					95%	
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95%	

III. ADECUACIÓN E LOS ÍTEMS

Variable independiente: Raíces de plantas hidropónicas

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Indicadores de desarrollo	Conductividad eléctrica, pH y temperatura	95%		
Solución nutritiva	Solución A, solución B y fluido	95%		
Rizodeposición	Tamaño, cantidad y capacidad de absorción	95%		

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica limpia

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Propiedades físico-químicas	Corriente eléctrica, potencia eléctrica y carga eléctrica	90%		
Electrodos	Conductor eléctrico, ánodo y cátodo	95%		
Impactos en el ambiente	Contaminación ambiental, neutralidad de carbono y cambio climático	90%		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- Aplicable (X)
- No aplicable ()

OBSERVACIONES:

La dimensión del impacto en el ambiente lleva como indicador la contaminación ambiental, así mismo se indique un método específico para medir este indicador (Monitoreo o matriz).

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 93.4%

Lima, 19 marzo de 2022

Melanie Perdomo
 Ing. Ambiental CP 165379

Firma del experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos: Kateryn Yagayra Mallma Villarreal
- 1.2. Cargo o institución donde labora: IMC
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniera Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Datos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Título de la investigación	Generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas - Lima, 2022						
Objetivo	Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas.						
Dimensión	Indicador	Criterio de evaluación					Observación o recomendación
		DEFICIENTE (0-20%)	REGULAR (20-40%)	BUENO (40-60%)	MUY BUENO (60-80%)	EXCELENTE (80-100%)	
CLARIDAD	Formulado con el lenguaje apropiado				75%		
OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables				70%		
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				70%		
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				70%		
INTENSIONALIDAD	Adecuado para la mejora respecto a la conservación del medio ambiente					95%	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos – científicos de la tecnología educativa				75%		
COHERENCIA	Entre los indicadores y dimensiones				80%		
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				75%		

Activar Win
Ir a Configurac

III. ADECUACIÓN DE LOS ÍTEMS

Variable independiente: Raíces de plantas hidropónicas

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Indicadores de desarrollo	Conductividad eléctrica, pH y temperatura	90%		
Solución nutritiva	Solución A, solución B y fluido	95%		
Rizodeposición	Tamaño, cantidad y capacidad de absorción	90%		

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica limpia

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Propiedades físico-químicas	Corriente eléctrica, potencia eléctrica y carga eléctrica	95%		
Electrodos	Conductor eléctrico, ánodo y cátodo	95%		
Impactos en el ambiente	Monitoreo de la calidad de aire, neutralidad de carbono y cambio climático	90%		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- Aplicable (x)
- No aplicable ()

OBSERVACIONES:

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 83.6%

Lima, de marzo de 2022



CIP N° 276507

Firma del experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos: *Renny Rautigui Rigo*
 1.2. Cargo o institución donde labora: *Consultor Ambiental independiente*
 1.3. Especialidad o línea de investigación: *Especialista en Instrumentos de Gestión Ambiental*
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Registro de datos de control diario*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Título de la investigación	Generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas - Lima, 2022						
Objetivo	Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas.						
Dimensión	Indicador	Criterio de evaluación					Observación o recomendación
		DEFICIENTE (0-20%)	REGULAR (20-40%)	BUENO (40-60%)	MUY BUENO (60-80%)	EXCELENTE (80-100%)	
CLARIDAD	Formulado con el lenguaje apropiado					95	
OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables					95	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					95	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90	
INTENSIONALIDAD	Adecuado para la mejora respecto a la conservación del medio ambiente					98	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos de la tecnología educativa					90	
COHERENCIA	Entre los indicadores y dimensiones					90	
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90	

III. ADECUACIÓN E LOS ÍTEMS

Variable independiente: Raíces de plantas hidropónicas

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Indicadores de desarrollo	Conductividad eléctrica, pH y temperatura	X		
Solución nutritiva	Solución A, solución B y fluido	X		
Rizodeposición	Tamaño, cantidad y capacidad de absorción	X		

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica limpia

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Propiedades fisico-químicas	Corriente eléctrica, potencia eléctrica y carga eléctrica	X		
Electrodos	Conductor eléctrico, ánodo y cátodo	X		
Impactos en el ambiente	Monitoreo de la calidad de aire, neutralidad de carbono y cambio climático	X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- Aplicable (X)
- No aplicable ()

OBSERVACIONES:

Sería interesante conocer qué especies de plantas producen mayor energía y como se podría aplicar a gran escala.

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 93,11

31
Lima, de marzo de 2022


RENNY REGUEIROS
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 172725

Firma del experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos: Lita Bustos Rodriguez
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Asistente Ambiental
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniera Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Datos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Título de la investigación	Generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas - Lima, 2022						
Objetivo	Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas.						
Dimensión	Indicador	Criterio de evaluación					Observación o recomendación
		DEFICIENTE (0-20%)	REGULAR (20-40%)	BUENO (40-60%)	MUY BUENO (60-80%)	EXCELENTE (80-100%)	
CLARIDAD	Formulado con el lenguaje apropiado				80%		
OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables					85%	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				80%		
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				80%		
INTENSIONALIDAD	Adecuado para la mejora respecto a la conservación del medio ambiente					98%	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos – científicos de la tecnología educativa					85%	
COHERENCIA	Entre los indicadores y dimensiones				80%		
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%		

III. ADECUACIÓN E LOS ÍTEM S

Variable independiente: Raíces de plantas hidropónicas

DIMEN SION	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Indicadores de desarrollo	Conductividad eléctrica, pH y temperatura	95%		
Solución nutritiva	Solución A, solución B y fluido	95%		
Rizodeposición	Tamaño, cantidad y capacidad de absorción	98%		

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica limpia

DIMEN SION	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Propiedades fisicoquímicas	Corriente eléctrica, potencia eléctrica y carga eléctrica	95%		
Electrodos	Conductor eléctrico, ánodo y cátodo	95%		
Impactos en el ambiente	Monitoreo de la calidad de aire, neutralidad de carbono y cambio climático	90%		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- Aplicable (X)
- No aplicable ()

OBSERVACIONES:

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 88.73 %

Lima, de marzo de 2022



CIP N° 27634

Firma del experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos: Tatiana Paloma García Injoque
- 1.2. Cargo o institución donde labora: Compliance Consultores SAC
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Consultoría y auditorías de sistemas de gestión integrados
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de control diario para la generación de energía

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Título de la investigación	Generación de energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas - Lima, 2022						
Objetivo	Generar energía eléctrica limpia, no convencional, sostenible empleando raíces de plantas hidropónicas.						
Dimensión	Indicador	Criterio de evaluación					Observación o recomendación
		DEFICIENTE (0-20%)	REGULAR (20-40%)	BUENO (40-60%)	MUY BUENO (60-80%)	EXCELENTE (80-100%)	
CLARIDAD	Formulado con el lenguaje apropiado					95%	
OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observables					90%	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85%	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					90%	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90%	
INTENSIONALIDAD	Adecuado para la mejora respecto a la conservación del medio ambiente					90%	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos – científicos de la tecnología educativa					90%	
COHERENCIA	Entre los indicadores y dimensiones					90%	
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90%	

III. ADECUACIÓN E LOS ÍTEMS

Variable independiente: Raíces de plantas hidropónicas

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Indicadores de desarrollo	Conductividad eléctrica, pH y temperatura	X		
Solución nutritiva	Solución A, solución B y fluido	X		
Rizodeposición	Tamaño, cantidad y capacidad de absorción	X		

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica limpia

DIMENSIÓN	INDICADOR	Suficiente	Medianamente Insuficiente	Insuficiente
Propiedades físico-químicas	Corriente eléctrica, potencia eléctrica y carga eléctrica	X		
Electrodos	Conductor eléctrico, ánodo y cátodo	X		
Impactos en el ambiente	Monitoreo de la calidad de aire, neutralidad de carbono y cambio climático	X		

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- Aplicable (x)
- No aplicable ()

OBSERVACIONES:

Se recomienda evaluar y analizar la influencia del pH en la generación de energía eléctrica ya que en el registro de datos se pueden apreciar diferentes valores de pH. Así también considerar como variable adicional el área de foliar del cultivo a utilizar, ya que a mayor área se podría obtener una mejor captura de radiación solar.

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90%

Lima, 30 de marzo de 2022



Tatiana Paloma García Injoque

CIP:171499