



Centro Educativo Cruz Azul
Bachillerato Cruz Azul
Clave de Proyecto: CIN2017A10090

Batería Cactácea (Nopal)

Modalidad: Investigación Documental y Experimental
Área: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.
Disciplina: Química

Integrantes del Equipo:
Pimentel Freire Sunnie Montserrat
Zarate Lucero Yahaira Allison

Asesor:
Collado Muñoz Griselda
Lagunas, Oaxaca; Febrero de 2017

INDICE

RESUMEN.....	3
JUSTIFICACION.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
HIPOTESIS.....	6
OBJETIVO.....	6
MARCO TEORICO.....	6
METODOLOGÍA.....	11
RESULTADOS.....	12
CONCLUSIONES.....	16
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	16

Resumen Ejecutivo:

El presente trabajo nace de la inquietud de generar energía limpia que favorezca la situación ambiental tan complicada que se vive actualmente, por ello pensando en el continuo uso de las baterías comerciales, pensamos en la posibilidad de crear una a base del nopal, el cual es una planta que crece en condiciones adversas y no necesita mayores cuidados y mucho menos excesivo riego.

Por ello nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Qué beneficios económicos y ambientales tendría la creación de una batería a base de nopal?

Con el **Objetivo** de generar una alternativa al uso de energía fósil utilizando el nopal como una fuente de energía renovable, contribuyendo con ello en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, consideramos como **hipótesis** que la energía del nopal es limpia y renovable, por lo cual es inagotable, con la generación de una batería a base de nopal se disminuirá significativamente la contaminación creada por la baterías convencionales.

Nos dimos a la tarea de recopilar información documental que nos aportará los fundamentos necesarios para la creación del prototipo, posteriormente iniciamos el trabajo experimental el cual dio pie a la siembra de nopales para corroborar la factibilidad de su cultivo, al confirmar que la producción del nopal no es muy costosa nos dimos a la tarea de efectuar mediciones de diferencia de potencial e intensidad de corriente, primero con los nopales enteros, después extrajimos el mucílago y fue como decidimos utilizar los electrodos de cobre y zinc, posteriormente agregamos el grafito como electrodo para confirmar que el mucilago era el causante de la diferencia de potencial ya que al oxidarse permite la migración de electrones, con esto obtuvimos que la mejor combinación de electrodos fue la de cobre- grafito y que la fermentación del segundo día era la óptima para la mayor efectividad de la batería. Después del tercer día es necesario lavar los electrodos y recargar con nuevo mucílago nuestra batería.

Todo esto nos llevó a la conclusión de que es factible la creación de una batería a base del nopal, lo que confirma nuestra hipótesis. Creemos que los beneficios económicos y ambientales serían bastante apreciables pero se necesita utilizar tecnología específica para efectuar las mediciones precisas que nos permitan hacer portátil nuestro prototipo, además de materiales estéticos y de tamaño adecuado.

Resumen

Diversas alternativas han sido propuestas y estudiadas en las últimas décadas, energía nuclear, eólica, fotovoltaica, solar, etc. aunque todas ellas con ciertas limitaciones importantes como pueden ser los altos costos de producción, la peligrosidad para la población y el medio ambiente o la necesidad de encontrar enclaves geográficos muy precisos para su instalación y aprovechamiento, una alternativa energética muy eficiente es la utilización de fuentes de energía química mediante pilas o baterías, dispositivos electroquímicos capaces de convertir en energía eléctrica la energía liberada por una reacción química. Este proyecto tiene como objetivo generar una alternativa al uso de energía fósil utilizando el nopal como una fuente de energía renovable, para elaborarlo nos planteamos la siguiente interrogante ¿Qué beneficios económicos y ambientales tendría la creación de una batería a base de nopal? Este trabajo ha sido desarrollado bajo una metodología documental y experimental. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas que sirvieron de base para el trabajo experimental, el cual inició con la siembra de nopales comercializados para posteriormente elaborar un prototipo de la batería a base de nopal. Se realizaron diversas pruebas que nos llevaron a la comprobación de que el nopal produce energía y se encontró que al fermentarlo la reacción química provoca una mayor producción de voltaje y amperaje, las placas utilizadas de cobre y zinc, se lavaron después de tres días y se volvieron a ocupar en las baterías posteriores, también utilizamos electrodos de grafito y los alternamos con cobre y zinc para comprobar su efectividad. No utilizamos sustancias contaminantes.

Summary

Various alternatives have been proposed and studied in the last decades, nuclear, wind, photovoltaic, solar, etc. Although all of them with certain important limitations such as high production costs, danger to the population and the environment or the need to find very precise geographic locations for their installation and use, a very efficient energy alternative is the use of sources Of chemical energy by means of batteries or batteries, electrochemical devices capable of converting into electrical energy the energy released by a chemical reaction. This project aims to generate an alternative to the use of fossil energy using the nopal as a renewable energy source, to elaborate it we ask the following question: What economic and environmental benefits would the creation of a battery based on nopal? This work has been developed under a documentary and experimental methodology. Several bibliographical sources were consulted, which served as a basis for the experimental work, which began with the sowing of nopal marketed to later elaborate a prototype of the battery based on nopal. Several tests were carried out that led to the verification that the nopal produces energy and it was found that when fermenting the chemical reaction causes a higher production of voltage and amperage, the plates used of copper and zinc were washed after three days and Reused in the later batteries, we also use graphite electrodes and we alternate with copper and zinc to check their effectiveness. We do not use pollutants.

Planteamiento del Problema

¿Qué beneficios económicos y ambientales tendría la creación de una batería a base de nopal?

Justificación

Elaboramos este trabajo con la finalidad de crear una batería a base de mucilago de nopal fermentado para solucionar necesidades energéticas y además contribuir a la reducción de la contaminación causada por pilas convencionales.

Objetivo General:

Generar una alternativa al uso de energía fósil utilizando el nopal como una fuente de energía renovable, contribuyendo con ello en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Hipótesis

La energía del nopal es limpia y renovable, por lo cual es inagotable, con la generación de una batería a base de nopal se disminuirá significativamente la contaminación creada por la baterías convencionales.

Marco Teórico

También conocido como Opuntia o científicamente como ficus indica, éste vegetal constituye una planta cactácea rica en potasio, fosforo y sodio. Nutricionalmente, el nopal se consume como un alimento, al igual que su fruto llamado tuna. Esto en parte se debe a sus diversos componentes minerales y vitamínicos, que por años, absorben del subsuelo y de la materia orgánica en él. Históricamente, el nopal se da a conocer en la época independentista de México aproximadamente durante el año de 1810 y desde entonces, se ha expandido por todo el continente americano, aunque la mayoría de sus especies se encuentran en México, su país de origen, crecen de forma silvestre por toda América. Durante los diversos intercambios culturales, el nopal ha trascendido a otros espacios geográficos donde sus beneficios y propiedades no dejan de sorprender, puesto a sus diversas utilidades y riqueza mineral. (Pérez, 2008)

Alessandro Volta nació en Italia el 18 de febrero de 1745, y desde muy pequeño sus papás siempre quisieron que tuviera la mejor educación para que pudiera ser un gran abogado; sin embargo, ese no era el sueño de Alessandro, ya que a él le gustaban más las ciencias exactas, por eso decidió estudiar Física. A los 18 años ya tenía contacto con los científicos más importantes de Europa y a los 22 publicó su primer libro científico Sobre la fuerza atractiva del fuego eléctrico. Algunos años después, cuando tenía 29, inventó el electróforo, un aparato que sirve para generar y transmitir electricidad. En 1780 su amigo Luigi Galvani, que también era físico, descubrió que al poner dos metales diferentes en el músculo de una rana se generaba una corriente eléctrica y provocaba que el músculo se contrajera, es decir, realizara un pequeño movimiento, como si lo apretaran. Alessandro Volta pensó que la corriente eléctrica no se producía solamente por el contacto entre los metales y el músculo de la rana, y para comprobarlo realizó otro experimento. Formó una pila con pequeños discos de plata y de zinc, y puso entre ellos otros discos de cartón mojados en salmuera. Luego colocó un cable que unía el extremo superior de la pila con el extremo inferior, y así se generó una corriente eléctrica que más adelante llamó pila voltaica. (Figuroa, 2015)

La batería eléctrica, es un artefacto que acumula energía a través de procesos electroquímicos. Este tipo de baterías, también conocidas como acumuladores, trabajan como generadores secundarios de electricidad ya que su funcionamiento depende de una carga eléctrica previa. Entre el amplio conjunto de baterías de esta índole podemos destacar especialmente, por el uso frecuente que le damos en nuestro día a día, la pila alcalina. Esta se emplea en diversos aparatos y dispositivos tales como un reloj, un despertador, una calculadora o incluso en lo que son audífonos. (Merino, 2008)

Las baterías eléctricas, por medio de una reacción química producen, en su terminal negativo, una gran cantidad de electrones (que tienen carga negativa) y en su terminal positivo se produce una gran ausencia de electrones (lo que causa que este terminal sea de carga positiva). Ahora, si esta batería alimenta un circuito cualquiera, hará que por éste circule una corriente de electrones que saldrán del terminal negativo de la batería, (debido a que éstos se repelen entre si y repelen también a los electrones libres que hay en el conductor de cobre), y se dirijan al terminal positivo donde hay un

carencia de electrones, pasando a través del circuito al que está conectado. De esta manera se produce la corriente eléctrica. El proceso químico no se presenta por tiempo indefinido, sino que después de algún tiempo deja de tener efecto (Se nota porque su voltaje va disminuyendo). Esta es la causa de que las baterías tengan una vida finita. Una de las pilas más conocida es la pila seca. Por medio de una reacción química la cubierta de zinc atrae electrones y se carga negativamente y el carbón pierde electrones y se carga positivamente. Debido a que la reacción química oxida el zinc la pila tiene una vida limitada. (Farias, 2016)

Una pila eléctrica es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica por un proceso químico transitorio. Tras este proceso transitorio, la pila cesa su actividad y han de renovarse sus elementos constituyentes, puesto que sus características resultan alteradas durante el proceso. Esta energía resulta accesible mediante dos terminales que tiene la pila, llamados polos, electrodos o bornes. Uno de ellos es el polo positivo o cátodo y el otro es el polo negativo o ánodo. Al dispositivo recargable o acumulador se lo llama batería. Tanto pila como batería son términos provenientes de los primeros tiempos de la electricidad, en los que se juntaban varios elementos o celdas —en el primer caso, uno encima de otro, «apilados», y en el segundo, adosados lateralmente, «en batería»— como se sigue haciendo actualmente. La estructura fundamental de una pila consiste en dos electrodos, en muchos casos metálicos, en una solución conductora de la electricidad o electrolito, que es un conductor de iones. Cuando los electrodos reaccionan con el electrolito, en uno de los electrodos (el cátodo) se producen electrones, mientras que en el otro (ánodo), se produce un defecto de electrones. Cuando los electrones sobrantes del cátodo pasan al ánodo a través de un conductor externo a la pila, se produce una corriente eléctrica a partir de la cual ocurrirá una reacción de oxidación en el cátodo y otra de reducción en el ánodo. Estos procesos ocurren simultáneamente. (Ferrari, 2015)

Cuadro 1. Composición químico-bromatológica del nopal *Opuntia ficus indica* y *nopalea cochifera*

Cuadro	MS %	PC1	FDN1	FDA1	CHT1	CNF1	CNE1	MN1	Autores
					%em Matéria Seca				
<i>Opuntia</i> (R)	10,40	4,20	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Santana <i>et al.</i> (1972)
<i>Opuntia</i> (G)	9,40	5,61	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Santos (1989)

MS=Materia Seca; PC=Proteína Cruda; FDN=Fibra en Detergente Neutro; FDA=Fibra en Detergente Ácido; CHT=Carbohidratos Totales; CNF=Carbohidratos no-fibrosos; CNE=Carbohidratos no-estructurales; MM= Materia mineral; R=cultivar redonda; (G)=cultivar gigante; (M)=cultivar miúda y (I)=cultivar IPA-20.

<i>Opuntia</i> (R)	10,93	4,21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Santos (1989)
<i>Nopalea</i> (M)	16,56	2,55	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Santos (1989)
<i>Opuntia</i> (G)	12,63	4,45	26,17	20,05	87,96	61,79	-----	6,59	Andrade (2001)
<i>Opuntia</i> (G)	8,72	5,14	35,09	23,88	86,02	50,93	-----	7,98	Magalhaes (2002)
<i>Opuntia</i> (G)	7,62	4,53	27,69	17,93	83,32	55,63	-----	10,21	Araújo (2002)
<i>Nopalea</i> (M)	13,08	3,34	16,60	13,66	87,77	71,17	-----	7,00	Araújo (2002)
<i>Opuntia</i> (G)	10,70	5,09	25,37	21,79	78,60	53,23	-----	14,24	Melo (2002)
<i>Opuntia</i> (G)	14,40	6,40	28,10	17,60	77,10	-----	50,00	14,60	Batista et al. (2003)
<i>Nopalea</i> (M)	12,00	6,20	26,90	16,50	73,10	-----	47,40	18,60	Batista et al. (2003)
<i>Opuntia</i> (I)	13,80	6,00	28,40	19,40	75,10	-----	46,30	17,10	Batista et al. (2003)

CELDAS ELECTROLITICAS, GALVANICAS O VOLTAICAS

Son aquellas en las cuales las reacciones químicas *espontáneas* producen energía eléctrica (electricidad) la cual sale a un circuito eléctrico. Constituyentes de la celda

Cátodo, sin importar el tipo de celda, (electrolítica ó voltaica) se define como el Electrodo en el cual se produce la reducción porque algunas especies ganan electrones. Este posee carga negativa y a el migran los iones o cargas positivas.

Ánodo: sin importar el tipo de celda (electrolítica ó voltaica) se define como el electrodo en el cual se produce la oxidación porque algunas especies pierden electrones. Este posee carga positiva y a el migran los iones o cargas negativas. Al igual que las resistencias eléctricas, los capacitores también pueden conectarse en serie y en paralelo, con la diferencia de que las dos ecuaciones empleadas para los capacitores son las contrarias de las usadas para las resistencias en seria serie y en paralelo. La mayor parte del equipo operado con baterías está diseñado para una baja demanda de

corriente. Si se requiere con corriente alta, se debe utilizar algún otro tipo de fuente de alimentación. Si se requiere tanto un voltaje muy alto, como una corriente alta, las técnicas de series y paralelo se pueden usar simultáneamente. Batería en paralelo. Se conectan juntas las terminales positivas, así como todas las terminales negativas. Las pilas pueden así trabajar juntas, cada pila toma solo una parte de la corriente que toma el circuito de carga. En una batería de tres pilas, tal como la que se elaboró, cada pila suministra únicamente un tercio de la corriente total

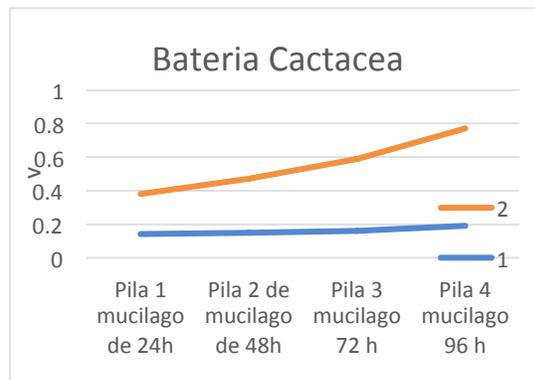
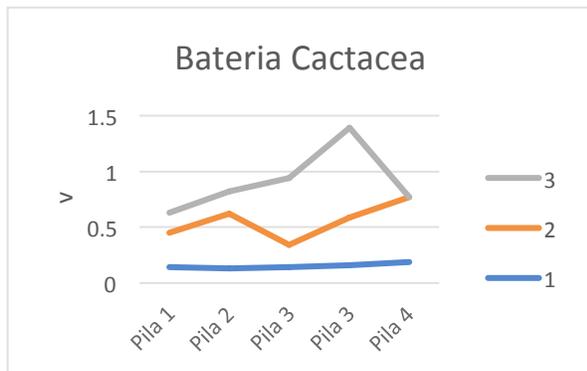
Metodología

Este trabajo ha sido desarrollado bajo una metodología documental y experimental. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas que sirvieron de base para el trabajo experimental, el cual inició con la siembra de nopales comercializados los mismos que utilizamos en la elaboración de la batería, algunos de los instrumentos de trabajo que utilizamos fueron: 1 Multímetro, 2 Cables tipo caimán, 1 Barra de cobre, 1 Barra de Zinc, 1 Lija, 6 nopales. Primero conectamos los caimanes al multímetro, posteriormente lijamos la barra de cobre y la de zinc, después prensamos un caimán a la barra de cobre y otro caimán a la barra de zinc, Insertamos los dos electrodos separados, en un solo nopal, luego en dos y tres. Al comprobar que contenían energía, pero no la suficiente para prender un foco LED decidimos licuar los tres nopales y medir la intensidad de energía, sin embargo no obtuvimos la suficiente así que separamos $\frac{1}{2}$ litro de nopal y lo dejamos fermentando durante 24 horas para poder observar si la energía aumentaba, el $\frac{1}{2}$ restante se introdujo en el refrigerador, ninguno de los dos genero la energía suficiente. El resto de los nopales los introducimos en un extractor de jugos donde se obtuvo únicamente el mucílago del nopal primero se separó el mucílago en $\frac{1}{2}$ para en uno dejarlo simple y al otro agregar dos cucharadas de sal, los medimos y obtuvimos un ligero incremento de energía en la prueba con sal así que decidimos separarlos en $\frac{4}{4}$ para que en $\frac{1}{4}$ de mucílago sin sal se guardara en una botella de plástico y el otro $\frac{1}{4}$ sin sal en un envase de tetra pack, lo mismo se hizo con los $\frac{2}{4}$ restantes del mucílago con sal y sin sal para después dejarlos fermentar 72 horas.

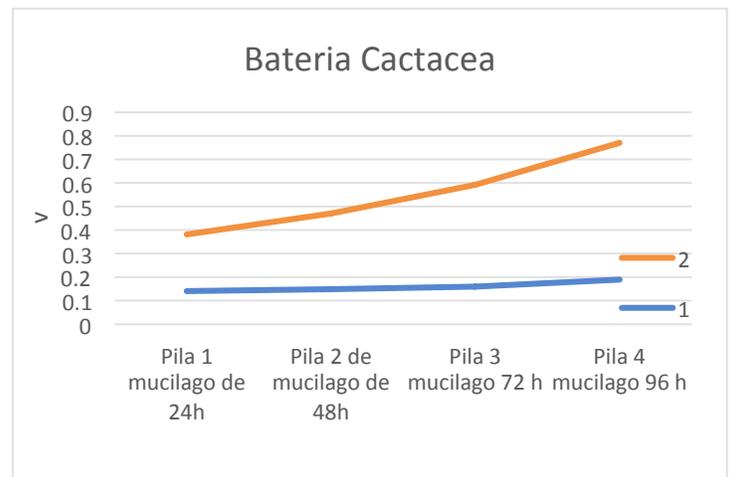
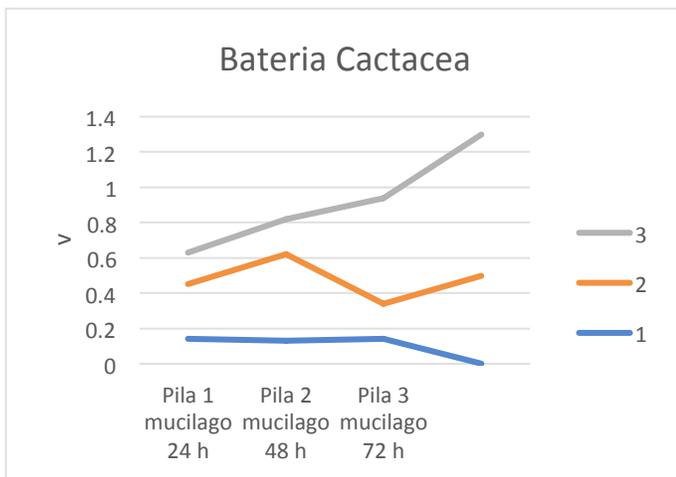
Posteriormente cambiamos los electrodos haciendo una combinación de grafito-grafito, grafito-cobre y grafito-zinc.

Resultados

Se dejó fermentar cierta cantidad mucilago de nopal y se obtuvo un mejor resultado con él, ya que el nopal fermentado contiene cierta cantidad de metano, dióxido de carbono e hidrógeno, lo cual generó mayor cantidad de voltaje en comparación con el nopal sin fermentar.



Sabemos que cuanto mayor es la fermentación del mucilago del nopal, mayor es la cantidad de energía producida.



En el siguiente cuadro comparativo se muestran las ventajas del nopal frente a otras dos fuentes de energía:

	Biomasa nopal	Energía eólica	Energía fotovoltaica
Disponibilidad	Continua 24 X 365 días	Irregular dependiendo de la hora del día.	Irregular dependiendo de la hora del día.
Mantenimiento	Bajo en condiciones de operación, cada dos años pintura. Poco personal	Bajo, muy poco personal en condiciones normales	Bajo, muy poco personal en condiciones normales
Mantenimiento en fallas	Rápido, y bajo costo. Personal de calificación media	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.
Tipo de energía generada	Eléctrica, biogás, térmica (agua caliente)	Eléctrica	Eléctrica
Eficiencia generación energía	80-90 %	30 % de la capacidad instalada en tierra.	10 -20 % dependiendo del costo de celda
Duración de equipos e instalaciones	15-20 años	20 años	10 años
Beneficio ambiental	Genera suelo, fertilizantes orgánicos. Cambia el microclima reteniendo agua el suelo. Extrae dióxido de carbono del ambiente. Permite la venta de bonos de carbono. Proceso totalmente orgánico	No emite dióxido de carbono. Efecto neutro en el medio ambiente.	No genera dióxido de carbono.
Perjuicio ambiental	Desconocido	Alto impacto en rutas migratorias de aves, Ruidosa producción de energía por efecto de las aspas al rotar.	Baterías y construcción de celdas es altamente contaminante
Disponibilidad de repuestos	Disponibles en mercado nacional en forma inmediata.	Deben ser importados	Deben ser importados con dependencia del importador y distribuidor.
Tiempo de estudio e implementación de proyecto	Corto, 1 año	Largo, 8 años mínimo para estudiar vientos	Corto 1 año.
Beneficio Social	Genera puestos de trabajo permanentes para siembra cosecha, y plantas de proceso.	Genera empleos en el montaje de equipos.	Requiere poco mantenimiento y personal. Aplicable a pequeña escala en sectores marginales.
Externalidades positivas	Culturalmente el cultivo del nopal es aceptado y favorecido por instituciones del estado. Permite la abertura de nuevos mercados al ser considerada una empresa verde que cuida el medioambiente.	Tecnología conocida e implementada en forma global	Tecnología atractiva y ampliamente conocida, imagen ampliamente positiva para su implementación.

La Serena, Chile 56-51-477855 contact@elquiglobalenergy.com, www.elquiglobalenergy.com

Esta batería consiste en la combinación de dos o más pilas interconectadas. Estas pilas se pueden agrupar en serie o en paralelo por lo que nosotros haremos una batería en paralelo, es decir varias pilas en una sola batería. Para lograr mayor energía.

Con la finalidad de obtener un mayor rendimiento en nuestra batería se realizaron las siguientes pruebas para observar el comportamiento del mucílago del nopal:

Tiempo de fermentación del mucílago de nopal		Mucílago de nopal y 2 cucharadas de alcohol	Mucílago de nopal y 2 cucharadas de azúcar	Mucílago de nopal y 3 cucharadas de vinagre	Mucílago de nopal solo
72 horas	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	0.97	1.007	1.006	0.95
	V~	0.79	0.79	0.69	0.5
	A-	0.9	0.9	0.9	0.9
	A~	0.03	0.03	0.03	0.03
96 horas	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	0.98	1.008	1.007	0.96
	V~	0.80	0.80	0.7	0.5
	A-	0.9	0.9	0.9	0.9
	A~	0.03	0.03	0.03	0.03
120 horas	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	0.99	1.009	1.00	0.97
	V~	0.82	0.82	0.7	0.8
	A-	0.98	0.99	0.98	0.99
	A~	0.03	0.03	0.03	0.03
144 horas	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.01	1.02	1.01	0.99
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				

168 horas	A~	0.04	0.04	0.03	0.03
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.01	1.02	1.00	0.99
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				
192 horas	A~	0.04	0.04	0.04	0.04
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.02	1.02	1.01	0.99
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-			0.8	
288 horas	A~	0.05	0.05	0.04	0.5
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.02	1.02	1.01	0.99
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				
336 horas	A~	0.05	0.05	0.04	0.06
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.02	1.02	1.01	1.01
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				
384 horas	A~	0.05	0.05	0.04	0.06
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.03	1.03	1.03	1.01
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				
408 horas	A~	0.06	0.06	0.05	0.07
	Ω	1.	1.	1.	1.
	V-	1.03	1.03	1.03	1.01
	V~	0.9	0.9	0.9	0.9
	A-				
	A~	0.06	0.06	0.05	0.07

Datos obtenidos en el laboratorio de la escuela durante el mes de enero de 2017

MUCILAGO DE NOPAL	Grafito/ grafito Voltaje	Grafito/ grafito Amperaje	Grafito/ zinc Voltaje	Grafito/ zinc Amperaje	Grafito/ cobre Voltaje	Grafito/ cobre Amperaje
10 ml	30.1 mV			1.90 mA	451 mV	0.13 mA
20 ml	40 mV		183 mV	2.24 mA	443 mV	0.26 mA
30 ml	53 mV				469 mV	0.20 mA
40 ml	65 mV	0.04	183.2 mV	3.50 mA	145.8 mV	0.09 mA

50 ml	601 mV	1.17	764 mV	4.49 mA	170.1 mV	0.63 mA
60 ml	188.3 mV	0.26	65	1.77 mA	135.8 mV	3

Tiempo de fermentación del mucilago de nopal		Mucilago de nopal fermentado solo			Mucilago de nopal fermentado Y dos cucharadas de azúcar			Mucilago de nopal fermentado Y dos cucharadas de alcohol		
		Grafito/grafito	Grafito/cobre	Grafito/zinc	Grafito/grafito	Grafito/cobre	Grafito/zinc	Grafito/grafito	Grafito/cobre	Grafito/zinc
Día 1	Ω									
	V-									
	V~									
	A~									
Día 2	Ω	13.16	1.8	3.66	3.45	16.04	1.	7.06	5.56	1.
	V-	0.14	0.17	1.08	0.18	0.43	1.12	1.43	0.23	0.16
	V~	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04
	A~	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.04	0.02
Día 3	Ω	6.42	1.66	3.70	2.90	1.22	3.70	0.66	1.46	3.72
	V-	0.07	0.13	1.10	0.13	0.09	1.10	0.08	0.1	1.10
	V~	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	A~	0.02	0.2	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03

Análisis

Se realizaron diversas pruebas que nos llevaron a la comprobación de que el nopal produce energía, sin embargo aún no generamos la suficiente, por lo que aumentamos algunas variables como agregar azúcar, alcohol y vinagre que no reportaron cambios significativos en las mediciones realizadas, la fermentación es importante pero no marca diferencias significativas, las placas utilizadas de cobre y zinc, se deben lavar después de tres días y vuelven a servir para una nueva batería, no utilizaremos lo que generalmente las pilas comunes usan como plomo, mercurio, sulfato de cobre entre otras. Esta batería consiste en la combinación de dos o más pilas interconectadas en serie para lograr mayor energía. Con el fin de obtener un mayor voltaje decidimos sustituir los electrodos de cobre y zinc por grafito y combinarlos, obteniendo que la combinación de electrodos grafito-cobre fue la que reportó mayor diferencia de potencial e intensidad de corriente.

Conclusión

Llegamos a la conclusión de que nuestra hipótesis es aceptada ya que se ha encontrado que el mucilago concentrado del nopal produce más energía que al verterle agua, aparte de que al fermentarlo la reacción química provoca una mayor producción de voltaje y amperaje así que nuestro objetivo también se cumplió ya que usando un pequeño circuito en la batería basada en remojar un pedazo de fieltro en mucilago fermentado colocándolo sobre la placa de cobre y encima del trozo de nopal con mucilago se coloca una placa de zinc; este proceso se repite unas cuantas veces hasta obtener la cantidad de voltaje y amperaje requerida. Al sustituir los electrodos por grafito corroboramos que efectivamente el mucilago del nopal es responsable de la diferencia de potencial ya que la oxidación del mucilago provoca el mal olor y por consiguiente un mayor voltaje en el segundo día de la creación de la batería, en la combinación de electrodos la que reportó mayor voltaje e intensidad de corriente fue la de grafito- cobre.

Fuentes de consulta

- Brown, T. (1988). Química: La Ciencia Central. 7ª Ed. México, D.F., Pearson
- Delton, T. (1986). Manual de electrónica básica 1. México, D.F., Océano.
- Tippens P.E. (2001). Física conceptos y aplicaciones (Sexta Edición). México: Mc Graw Hill.
- Pérez H. (2003). Física General. México: Publicaciones Cultural
- Méndez, F. (2015). Crean energía a través del nopal, recuperado el 3 de noviembre del 2015, disponible en: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/02/14/1008290>.
- Wayland, R. (2015). Nopal un biocombustible excepcional, recuperado el 3 de enero del 2015, disponible en: http://www.elqiglobalenergy.com/español/datos/Nopal_un_biocombustible_excepcional.pdf.
- Perea, E. (2015). ¿Los nopales harán competencia a la CFE?, recuperado el 3 de enero del 2015, disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/especiales/2015/03/20/nopales-nopales-los-nuevos-rivales-de-la-cfe>.
- Farias, J. T. (2016). electronica unicrom. Recuperado el 17 de Enero del 2017 Obtenido de electronica unicrom.
- Ferrari, F. V. (27 de octubre de 2015). educar. Obtenido de educar: recuperado el 17 de enero del 2017 <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=14526>
- Figuroa, S. (18 de febrero de 2015). Algarabía niños. recuperado el 17 de enero del 2017 Obtenido de Algarabía niños: <http://algarabianinos.com/explora/alessandro-volta-el-inventor-de-las-pilas/>
- Merino, J. P. (2008). Definición de. Obtenido de Definición recuperado el 17 de enero del 2017 de: <http://definicion.de/bateria/>
- Pérez, C. (2008). natursan. Obtenido de natursan: recuperado el 17 de enero del 2017 <http://www.natursan.net/nopal-que-es-beneficios-y-propiedades/>