

ISSN 2523-6881

Volumen I, Número 1 — Abril — Junio - 2017

Revista de Energías Renovables

ECORFAN®



ECORFAN-Republic of Peru

Indización

- RESEARCH GATE
- GOOGLE SCHOLAR
- HISPANA
- MENDELEY

ECORFAN-Perú

Directorio Principal

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD.

Director Regional

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD.

Director de la Revista

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC.

Edición Tipográfica

TREJO-RAMOS, Iván. BsC.

Edición de Logística

SERRUDO-GONZALEZ, Javier. BsC.

Revista de Energías Renovables, Volumen 1, Número 1, de Abril a Junio 2017, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.- Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode:11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. ISSN 2523-6881. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Consejo Editorial

BELTRÁN-MIRANDA, Claudia. PhD
Universidad Industrial de Santander, Colombia

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe. PhD
Universidad de Concepción, Chile

RUIZ-AGUILAR, Graciela. PhD
University of Iowa, U.S.

SOLIS-SOTO, María. PhD
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia

GOMEZ-MONGE, Rodrigo. PhD
Universidad de Santiago de Compostela, España

ORDÓÑEZ-GUTIÉRREZ, Sergio. PhD
Université Paris Diderot-Paris, Francia

ARAUJO-BURGOS, Tania. PhD
Universita Degli Studi Di Napoli Federico II, Italia

SORIA-FREIRE, Vladimir. PhD
Universidad de Guayaquil, Ecuador

Consejo Arbitral

VGPA. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

EAO. MsC

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

MMD. PhD

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

BRIIIG. PhD

Bannerstone Capital Management, U.S.

EAO. MsC

Bannerstone Capital Management, U.S.

OAF. PhD

Universidad Panamericana, México

CAF. PhD

Universidad Panamericana, México

RBJC. MsC

Universidad Panamericana, México

Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en el área de: Energías Renovables

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión de la Editora en Jefe.

Como primer artículo está *Instrumentación optimizada para un vehículo eléctrico* por BORTONI-ANZURES, Liborio Jesús, HERNÁNDEZ-DEL VALLE, Roberto y MACHUCHO-CADENA, Rubén con adscripción en la Universidad Politécnica de Victoria, como siguiente artículo está *Sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante un dispositivo móvil* por SILVESTRE-ZAVALA, Javier y MANJARREZ-CARILLO, Ander Osvaldo, como siguiente artículo está *Situación del Agave y sus residuos en Tamaulipas* por HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther y NAVA-DIGUERO, Pedro, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Altamira, como siguiente artículo está *Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios* por GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo y CORTÉS-ABURTO, Obed con adscripción en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Contenido

Artículo	Página
Instrumentación optimizada para un vehículo eléctrico BORTONI-ANZURES, Liborio Jesús, HERNÁNDEZ-DEL VALLE, Roberto y MACHUCHO-CADENA, Rubén	1-7
Sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante un dispositivo móvil SILVESTRE-ZAVALA, Javier y MANJARREZ-CARILLO, Ander Osvaldo	8-18
Situación del Agave y sus residuos en Tamaulipas HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther y NAVA-DIGUERO, Pedro	19-31
Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo y CORTÉS-ABURTO, Obed	32-39
<i>Instrucciones para Autores</i>	
<i>Formato de Originalidad</i>	
<i>Formato de Autorización</i>	

Instrumentación optimizada para un vehículo eléctrico

BORTONI-ANZURES, Liborio Jesús†*, HERNÁNDEZ-DEL VALLE, Roberto y MACHUCHO-CADENA, Rubén

Universidad Politécnica de Victoria

Recibido 3 de Abril, 2017; Aceptado 8 de Junio, 2017

Resumen

Lentamente, pero con paso firme, los vehículos eléctricos se van posicionando recientemente en el mercado internacional, las nuevas tecnologías y la necesidad de vehículos menos contaminantes afianzan la presencia de este tipo de unidades. Sin embargo, la mayoría de los grandes fabricantes de vehículos optaron por modelos con equipamiento y confort equiparables a sus contrapartes de motores de combustión, cuando probablemente sería más congruente hacer pequeños sacrificios en info-entretenimiento y así obtener el mayor provecho de cada watt, incrementando su autonomía. El trabajo aquí presentado analiza la información y forma de ser presentado al usuario, control de la administración de carga y empleo de la energía en baterías, velocidad del vehículo, un giroscopio para alerta de condiciones dinámicas de riego, todo esto en complemento con los sensores y aplicaciones disponibles para la mayoría de los teléfonos inteligentes, será posible satisfacer la mayor cantidad de necesidades de información y entretenimiento del conductor. Empleando tecnología modular Arduino, Raspberry y Android.

Automovil eléctrico, interfaz con el usuario, instrumentación y control

Abstract

Slowly, but with steady pace, electric vehicles are positioning themselves recently in the international market, the new technologies and the need for less polluting vehicles strengthen the presence of this type of units. However, most major vehicle manufacturers opted for models with equipment and comfort comparable to their combustion engine counterpart vehicles, while it would probably be more congruent to make small sacrifices on infotainment to get the most out of each watt, increasing its autonomy. The work presented here analyzes the information and way of being presented to the user, control and the administration of the charge and use of energy in the batteries, vehicle speed, a gyroscope for warning of dynamic risk conditions, all this in complement with the sensors and applications available for most smartphones, it will be possible to meet the amount of information and entertainment needs of the driver. Using modular technology Arduino, Raspberry and Android.

Electric car, user interface, instrumentation and control

Citación: BORTONI-ANZURES, Liborio Jesús, HERNÁNDEZ-DEL VALLE, Roberto y MACHUCHO-CADENA, Rubén. Instrumentación optimizada para un vehículo eléctrico. Revista de Energías Renovables 2017. 1-1:1-7

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: lbortoni@upv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En sus inicios, los autos como los conocemos no contaban con sistemas de despliegue de información de los principales componentes, lo cual lo convertía en un artefacto funcional poco amigable para la persona que lo manejaba, intuir temperaturas, presiones, velocidades, más que conductor, se requería de un experto en mecánica para operar a alguno de esos temperamentales bestias de acero, poco a poco fueron encontrando la manera de indicarle al conductor el estado actual de cada subsistema y componente. Primero de manera directa se habilitaron indicadores de las condiciones operativas del motor, posteriormente se fueron seleccionando los más relevantes y se infirieron otros, de tal forma de hasta llegar a complejas computadoras que regulan la operación de vehículo con un mínimo de supervisión del conductor, llegando a la serie de relojes e indicadores que nos presentan las unidades actuales.

Marco histórico

La rápida evolución de los tableros es una de las áreas de progreso de más interés visual en la tecnología automotriz, no solo por la amplia información que es desplegada al usuario si no por las nuevas tecnologías empleadas para visualizarla. El diseño de espacios visuales de interacción en los autos es un negocio muy serio, ya que las ciencias de la ergonomía buscan estas mejoras visuales sin generar peligrosas distracciones para el conductor. En los primeros modelos de automóvil algunos de los controles actuales eran innecesarios, la velocidad no necesitaba ser medida ya que era un parámetro que apenas podía percibirse en comparación con los registros actuales, el nivel de gasolina por ejemplo, era medido con una vara larga de madera.

Algunos controles en sus primeros diseños, no compartían características estándar con los de hoy en día, un ejemplo de ello es el Bentley 4.5 Litre Blower (1927-1931), el cual tenía el pedal de frenado en la parte derecha y la aceleración en la parte central, su freno de mano estaba situado totalmente fuera de la cabina [Road].



Figura 1 Bentley 4.5 Litre Blower

En los años 60's, con el aumento en la potencia de los motores se introdujeron velocímetros con un rango mayor y algunos otros marcadores para el monitoreo de los sistemas mecánicos, el Citroën CX (1974-1991) fue de los primeros modelos en mostrar información "digitalmente" gracias a un marcador análogo de tambor rotativo, además incluía interruptores de yema [Citroën].



Figura 2 Citroën CX

Los verdaderos marcadores digitales no aparecieron sino hasta el año 1976 en el Aston Martin Lagonda para su versión limosina [Aston]. En los primeros años de la década de los 80's se introdujo un modelo con un tablero totalmente digital, el Audi Ur-Quattro (1983), la novedad fue que se incluyó una voz sintetizada la cual proveía avisos de alerta de alrededor de veinte sensores [AUDI], [Robson]. Un evento de verdadero peso de innovación ocurrió en el año 2001 cuando la marca BMW lanzó al mercado iDrive, un sistema que aglomeraba en una pantalla central todos los sistemas secundarios fuese navegación, estéreo, teléfono, entre otros [Digital]. De esas fechas, hasta los años más recientes han sido implementados diversos sistemas para la visualización de los parámetros principales en muchos modelos de marcas reconocidas, no dejando de lado el entretenimiento y la comunicación en estos sistemas. Con el arribo de empresas dedicadas al desarrollo de automóviles cien por ciento eléctricos, e incluso autónomos, se han introducido tecnologías más sofisticadas, un ejemplo de estas empresas es Tesla la cual introdujo en su modelo S una interfaz de usuario consistente en una pantalla táctil de 17 pulgadas dotada de aplicaciones que permiten acceder a contenidos en internet, sistemas de posicionamiento global, entretenimiento y funcionalidades que permiten el monitoreo de los sistemas del automóvil [Tesla].



Figura 3 Tesla modelo S

Vehículos eléctricos

Hay diversos tipos de vehículos eléctricos y cada uno de ellos cuentan con una serie de ventajas y desventajas [Carley], están primero los vehículos Híbridos los cuales están energizados por gasolina y energía eléctrica almacenada en una batería, después se cuenta con los Vehículos eléctricos híbridos de tipo “Plug-in” (PHEVs), se diferencian de los primeros en que su energía principal proviene de la batería, utiliza el sistema de combustión solo como apoyo, también están los Vehículos eléctricos de batería (BEVs) los cuales están energizados únicamente por energía eléctrica por lo que carecen de motor de combustión interna [TEC]. Hay un subtipo de estos últimos, los Vehículos eléctricos autosustentables (SSEV),

este tipo de vehículos eléctricos han sido blanco de críticas por parte de la comunidad de investigadores en el ámbito estas derivadas del principal cuestionamiento; ¿Puede un auto eléctrico auto-recargarse?, por lo menos, a nivel conceptual, los apologistas de este tema proveen diversos puntos que orientan esfuerzos a este tema de investigación, llevando al límite el hecho de que la conversión de la energía no es cien por ciento eficiente en cualquier sistema y agregando la cantidad considerable de sistemas de un automóvil que proveen la sinergia necesaria para brindar un cierto grado de autonomía.

Concepto propuesto

La instrumentación propuesta es de tipo minimalista, funcional, pero con pocas pretensiones, lo que a la vista no coincide con la mayoría de los vehículos modernos o futurista (de esperarse en un vehículo eléctrico).

Sin embargo responde a la necesidad de reducir al máximo el consumo de energía al presentar la información necesaria para su funcionamiento, pero priorizando el consumo de energía en la propulsión de automóvil, maximizando la autonomía del vehículo a través de una coherente y eficiente administración de la energía. El vehículo prototipo considerado, tiene entre sus características que cuenta con un sistema doble de banco de baterías, donde un sistema se encuentra conectado a la propulsión, mientras que un segundo sistema se encuentra en carga desde el sistema de paneles solares y el generador eólico, para ser conmutados según las necesidades operativas (figura 4). Las tecnologías actuales no permiten que el mismo banco de energía se esté cargando, mientras se consume por el automóvil, y el sistema de conmutación juega un rol muy importante en la eficiencia y el deterioro de los bancos de baterías, así como acondicionar cargas provenientes de diferentes fuentes. Por otra parte también informa sobre el desplazamiento y dinámica vehicular, confirmación de señales visuales (direccionales, luz de freno, etc.), navegación satelital, multimedia y comunicaciones.

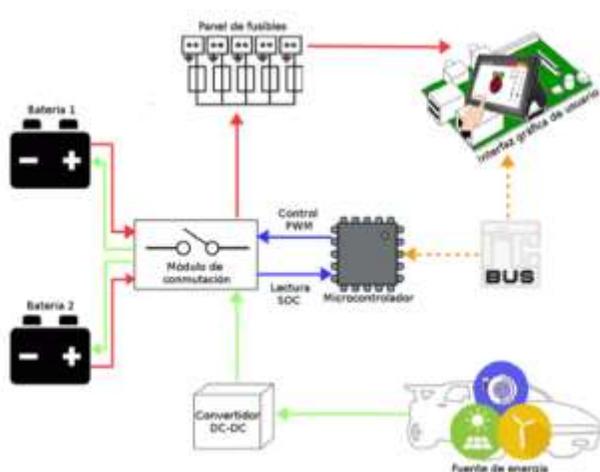


Figura 4 Concepto propuesto

Metodología

Tecnologías usadas

Para la captura y procesamiento de la mayoría de la señal, el prototipo actual usa la plataforma Arduino, esto por las características que nos proporciona su placa en conjunto con el microcontrolador ATmega328P, este chip nos brinda características de bajo consumo de energía y alto rendimiento en procesamiento necesarias para procesar los datos provenientes de los sensores a utilizar. Para el despliegue de información, apoyado de una interfaz gráfica de usuario, se necesitaba de una computadora portátil de bajo perfil, por lo que se optó por el uso de una del tipo placa reducida más específicamente la Raspberry Pi 1 Modelo B, esta computadora reducida proporciona los recursos suficientes tanto de procesamiento lógico como gráfico, además su arquitectura hardware cuenta con los periféricos adecuados para lograr el paso de información proveniente de la plataforma anterior. El protocolo i2c se utilizó para la transferencia de datos ya que al ser utilizado para la comunicación entre múltiples dispositivos maestros y esclavos permite compartir un bus de información hacia un dispositivo procesador maestro a través de dos simples cables.

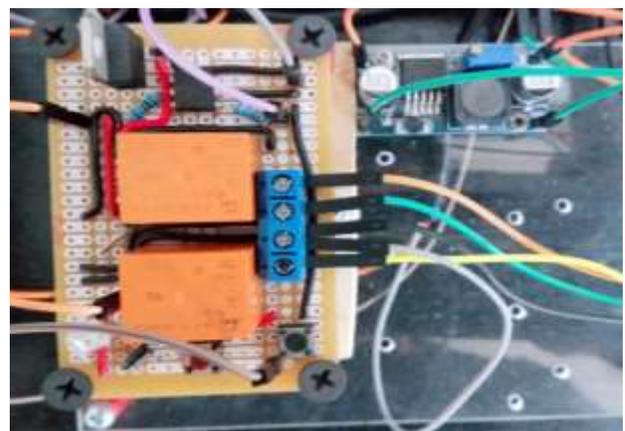


Figura 5 Control de ignición

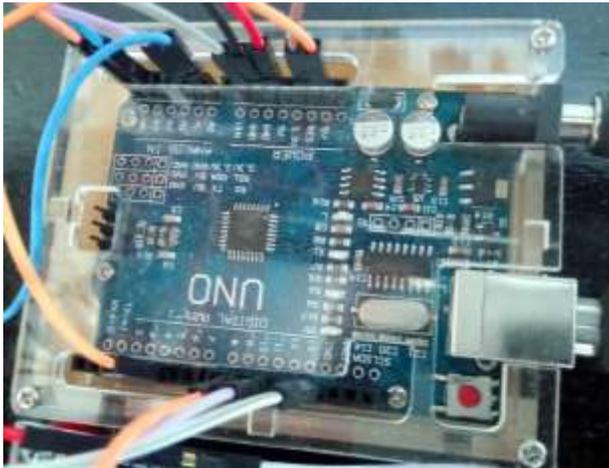


Figura 6 Microcontrolador en placa Arduino

Experimentación

Para la fase de experimentación se desarrollaron una serie de módulos para su integración en el prototipo actual, estos se describen a continuación:

a) Control de ignición (Figura 5)

Este circuito permite lograr un control en el encendido de todo el sistema, esto debido a que se debe energizar el microcontrolador (Atmega 328p en placa Arduino) de forma temporal para que realice una operación de decisión inicial y así poder conmutar entre los bancos de energía y seleccionar el adecuado para la energización del bus de fusibles.



Figura 7 Modulo de conmutación

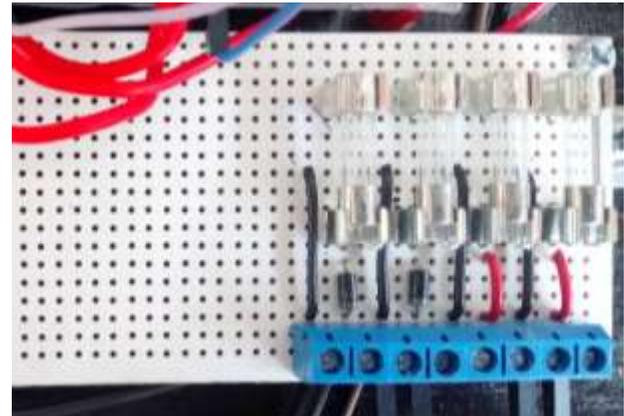


Figura 8 Panel de fusibles

b) Microcontrolador (Figura 6)

El microcontrolador es el que permite el censado de los voltajes de nuestras fuentes de alimentación, después se encarga de hacer un control PWM para enviar la orden de cambio hacia el módulo de conmutación.

c) Modulo de conmutación (Figura 7)

Está conformado por un banco de relevadores los cuales permitirán el paso de la corriente, esto para controlar los estados de carga, descarga y circuito abierto de nuestras baterías,

d) Panel de fusibles (Figura 8)

Al combinar las partes de potencia y control en un solo sistema, se debe asegurar la integridad de cada uno de los subsistemas involucrados, por lo que un recurso que ayuda a evitar daños importantes fue necesario implementar, el panel de fusibles permite controlar los pasos y retornos de corriente potencialmente peligrosos.

Además cuenta con los componentes electrónicos necesarios para proteger el microcontrolador de cualquier carga que pueda dañar o modificar su comportamiento.

El comportamiento de las partes mencionadas se ve ilustrado en forma de diagrama de estados en la Figura 9.

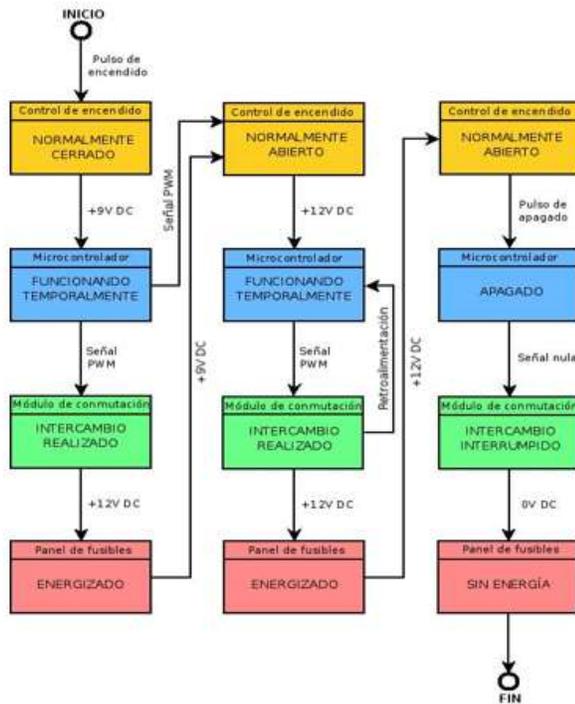


Figura 9 Comportamiento del sistema

Resultados

Se obtuvieron resultados positivos, logrando censar los valores de voltaje de nuestros bancos de energía para así lograr un control adecuado en la selección de la batería apropiada y así proporcionar energía a los componentes adicionales.

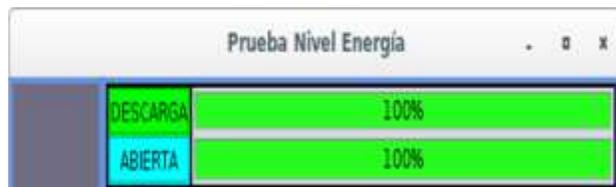


Figura 10 Batería 2 en circuito abierto

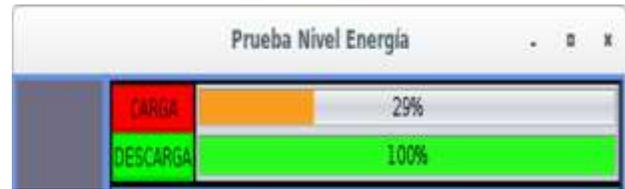


Figura 11 Batería 2 en turno



Figura 12 Batería 1 en turno

La interfaz gráfica de usuario implementada muestra la carga aproximada en porcentaje de cada batería, además se muestra el estado actual de esta, como lo puede ser en carga, descarga o descarga, en las Figuras 10, 11 y 12 se muestran estos tres posibles estados.

Conclusión

Cabe mencionar que la fase de control para la selección de dichos estados, trabaja de manera adecuada, evita una sobrecarga de energía o un mal funcionamiento de los subsistemas. Como resultado final, se obtuvo un sistema prototipo capaz de simular el comportamiento de un automóvil eléctrico, el resto de los componentes se controlaran mediante relevadores administrados a través de la plataforma Android de un teléfono celular, y en algunos casos los propios componentes internos, esta alternativa propone un sistema simplificado y de bajo consumo, más acorde con las necesidades de un vehículo eléctrico.

Referencias

AUDI. (2012). A history of Audi, The 1980s - Audi Vorsprung durch Technik. 2017, de Audi Sitio web: http://www.audi.co.uk/content/dam/audi/production/RestOfSite/FleetSales/Redesign2012/PDF/CompanyCarDriver/Useful_Information_for_Drivers/Audi_History/Audi%20History%2080s.pdf

CARLEY. Dave. (2014). The electric vehicle experiencia, The Beginners Guide to Electric Vehicles. 2017, de Emotive Sitio web: http://pluginbc.ca/wp/wp-content/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf

CITROËN. (1978). Citroen CX Pallas C-matic Injection. 2017, de Citroën Sitio web: <http://www.cxgti.com/resources/Citroen%20CX%20Pallas%20C.pdf>

DOWSEY. David. (2010). Aston Martin: Power, Beauty and Soul. Australia. The Images Publishing Group. Pelleus press. ISBN-13: 978-1864704242

DUFFY. Vincent. (2009). Digital Human Modeling: Second International Conference, ICDHM 2009. Berlin: Springer. ISBN-13: 978-3-642-02808-3

GENT. James. (2017). Bentley 4 ½ Litre Supercharged 'Blower'. An 89-year legacy. 2017, de crank and piston Sitio web: <https://www.crankandpiston.com/editors-picks/bentley-4-%C2%BD-litre-supercharged-blower/>

TEC. (2017). Overview of Electric Vehicles. 2017, de Touchstone Energy Cooperatives Sitio web: https://www.touchstoneenergy.com/wp-content/uploads/2017/01/EV_overview.pdf

ROBSON. Graham. (2008). Rally Giants: Audi Quattro. United Kingdom: Veloce Publishing Ltd. ISBN-13: 978-1845841416.

TESLA. (2016). Model S owner's manual. 2017, de Tesla motors Sitio web: https://www.tesla.com/sites/default/files/model_s_owners_manual_north_america_en_us.pdf

Sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante un dispositivo móvil

SILVESTRE-ZAVALA, Javier†* y MANJARREZ-CARILLO, Ander Osvaldo

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato, México.

Recibido 24 de Abril, 2017; Aceptado 19 de Junio, 2017

Resumen

En la actualidad la robótica está presente en muchos ámbitos de la vida diaria, desde la industria, la medicina, el espacio, la agricultura, las escuelas, el hogar e incluso con fines recreativos. Y son precisamente los centros educativos la fuente principal de preparación de los ingenieros y técnicos que se dedican a diseñar y operar los robots, que se aplican en los ámbitos mencionados líneas arriba. La preparación que reciban los estudiantes de ingeniería debe ser lo más completa y calificada posible, de tal manera que les permita competir dignamente en el mundo laboral. Un ingeniero en Sistemas Computacionales debe ser capaz de integrar soluciones computacionales que incluyen interfaces hombre-máquina y máquina-máquina. En este sentido, su aportación a la robótica desarrollando programas de control, es invaluable. Pero para que pueda desarrollar los mencionados programas, necesita contar con las herramientas didácticas necesarias. Es por eso que el presente trabajo presenta una alternativa didáctica para el aprendizaje de la programación y manejo de un brazo robótico. Mediante una tarjeta electrónica que se comunica inalámbricamente vía Wifi con un dispositivo móvil con sistema operativo Android, se controlan los movimientos de un brazo robótico.

Robot, dispositivo móvil, didáctico

Citación: SILVESTRE-ZAVALA, Javier y MANJARREZ-CARILLO, Ander Osvaldo. Sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante un dispositivo móvil. Revista de Energías Renovables 2017. 1-1:8-18

Abstract

Currently, robotics is present in many areas of daily life, from industry, medicine, space, agriculture, schools, home and even for recreational purposes. And precisely, the educational centers are the main source of preparation for the engineers and technicians involved in designing and operating the robots, which are applied in the areas mentioned above. The preparation received by engineering students should be as complete and qualified as possible, in such a way that allows them to compete with dignity in the labor sphere. An engineer in Computer Systems must be able to integrate computational solutions that include man-machine and machine-machine interfaces. In this sense, its contribution to robotics by developing control programs is invaluable. But in order to develop the mentioned programs, it is mandatory to have the necessary didactic tools. This is why the present paper presents a didactic alternative for learning the programming and management of a robotic arm. By means of an electronic card that communicates wirelessly via Wifi with a mobile device with Android operating system, the movements of a robotic arm are controlled.

Robot, mobile device, didactic

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jasilvestre@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La formación completa de un ingeniero demanda, además del aprendizaje de conceptos teóricos, la aplicación de los mismos en situaciones reales por medio de prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos. En este orden de ideas, la falta de material didáctico para las asignaturas de electrónica, robótica y dispositivos móviles en los tecnológicos del país, limita su preparación, condicionando su inserción exitosa en el mundo laboral. Esta falta de material didáctico incide, por otro lado, en la ausencia de un aprendizaje realmente significativo.

Para coadyuvar a resolver el problema, en el presente trabajo se desarrolló un sistema de control inalámbrico de un brazo robótico vía un dispositivo móvil con propósitos didácticos. Se utilizó un kit de brazo robótico armable K680, una tarjeta Arduino nano, una tarjeta electrónica de control y un módulo de comunicación inalámbrica Wifi ESP-201. Un brazo robótico es un robot con una base estática y que por lo tanto opera dentro de un espacio de trabajo limitado. Consiste básicamente en un conjunto de enlaces rígidos y articulaciones accionadas (Corke, 2013, pág. 135).

En la actualidad existen opciones comerciales de prototipos robóticos, tales como LEGO que ofrece recursos didácticos y visuales para la construcción de robots con fines educativos. ABB es un proveedor líder de robots industriales, cuyo enfoque dirigido a las soluciones ayuda a los fabricantes a mejorar la productividad, la calidad del producto y la seguridad del trabajador (ABB Robótica, 2017). ABB cuenta con un paquete robótico dirigido a las escuelas que consiste en un robot IRB 120 (brazo robótico), un controlador IRC5 compacto y 50 licencias para el software Robot Studio.

Electrónica I+D es una empresa dedicada al diseño, importación y distribución de tecnología orientada a la educación y desarrollo de prototipos rápidos (Electrónica I+D, 2017). Su Brazo Robótico Dobot de nivel Industrial tiene la precisión de un robot industrial con la ventaja de un pequeño tamaño.

Las ventajas que ofrece el sistema respecto a las opciones comerciales consisten en que se comunica inalámbricamente vía Wifi con un dispositivo móvil con sistema operativo Android. El dispositivo por medio de una aplicación gráfica, controla el movimiento de las articulaciones del brazo robótico. Por otro lado, cuenta con un manual de usuario del sistema que incluye las instrucciones de manejo tanto del hardware como del software. Además, incluye un manual de prácticas de laboratorio, en el que los usuarios pueden aprender y/o reafirmar sus conocimientos sobre programación de dispositivos móviles, electrónica y robótica.

Para comprobar la eficacia del sistema, se aplicó un examen previo y uno posterior a su utilización. Se seleccionó un grupo de la materia de Sistemas Programables y otro de Dispositivos Móviles de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Los resultados obtenidos mostraron una mejoría significativa en el conocimiento, comprensión y aplicación de los conceptos evaluados.

En la sección de desarrollo se describe el ciclo de vida del proyecto, la metodología seguida, el diseño del circuito de control del brazo robótico y la codificación para el dispositivo móvil y la tarjeta Arduino. En la sección de resultados se describe el impacto en el aprendizaje significativo de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales, así como los productos obtenidos que forman parte del sistema de control del brazo robótico.

Por último, en la sección de conclusiones se describen las ventajas acerca del aprendizaje que el sistema ofrece y los planes de mejora y aplicación del mismo.

Desarrollo

El ciclo de vida seleccionado para desarrollar el proyecto fue el incremental iterativo. Lo anterior debido a que se desarrollaron módulos del sistema por separado para agregarle funcionalidad (como lo marca el ciclo de vida incremental). Por otro lado, además de agregarle funcionalidad al sistema, en cada ciclo o iteración se mejoró cada módulo y por ende el sistema mismo (como lo establece el ciclo iterativo). En la figura 1 se muestra una representación gráfica de este ciclo de vida.

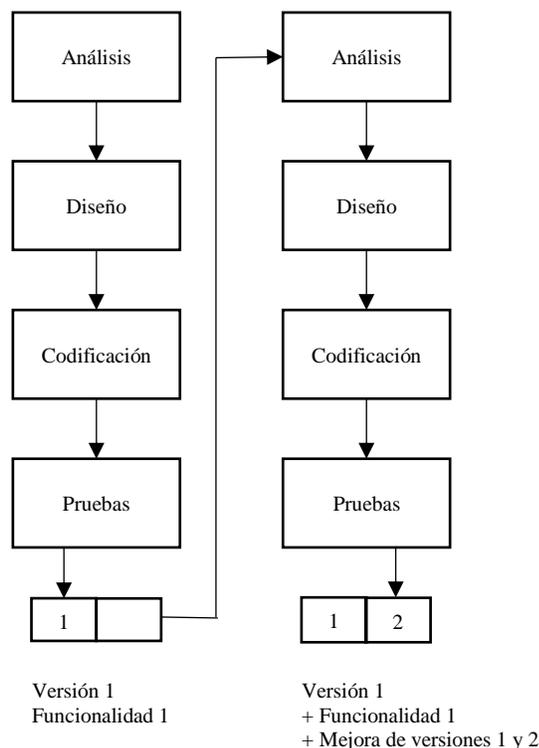


Figura 1 Ciclo de vida del proyecto

Metodología

La investigación se basó en el paradigma mixto, es decir en la combinación de los modelos cuantitativo y cualitativo. El enfoque mixto implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder al planteamiento del problema (Hernández Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 783).

En un enfoque mixto de investigación se registran hechos y se cuantifican. En el caso particular de este trabajo, los hechos son los exámenes y las prácticas de laboratorio que se cuantifican para medir el impacto del sistema de control en el estudiante. Por otro lado, se obtuvo información cualitativa como el contexto en que se desarrollan las cátedras, las experiencias previas de los estudiantes en otras materias, y su actitud frente a las cosas o conocimientos en base al significado que tiene para ellos.

Las variables presentes en el trabajo de investigación son:

Variable independiente. Sistema de control del brazo robótico.

Variable dependiente. Aprendizaje significativo del estudiante.

Identificación de la necesidad del prototipo

Para identificar la necesidad del prototipo, se aplicó un cuestionario de preguntas cerradas a estudiantes de sexto y octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. El cuestionario arrojó como resultados más sobresalientes los mostrados en el gráfico 1.

Estos resultados prueban que los estudiantes están conscientes de la importancia de las herramientas didácticas que les permitan un aprendizaje significativo. Aprendizaje aplicado en prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos cercanos a la realidad que se encontrarán en el campo laboral. Esta necesidad dio pie a la realización de un sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico por medio de un dispositivo móvil, que les permite probar y modificar los códigos de la aplicación móvil y la tarjeta Arduino. Este sistema coadyuva a que los estudiantes reafirmen sus conocimientos y complementen su formación profesional.

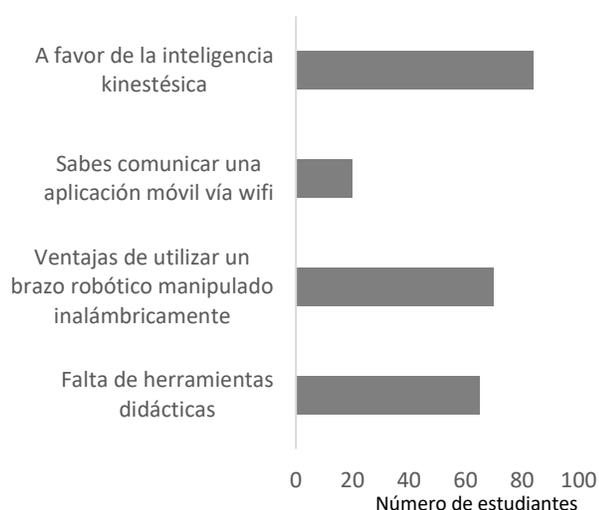


Gráfico 1 Resultados de la aplicación del cuestionario a estudiantes

Diseño del circuito de control del brazo robótico

Para el diseño de la tarjeta de control del brazo robótico se utilizó como base una tarjeta Arduino nano, la cual es una tarjeta de circuito impreso (PCB) diseñada específicamente para utilizar un microcontrolador, así como otras entradas y salidas.

La tarjeta también contiene otros componentes electrónicos necesarios para que el microcontrolador funcione o extienda sus capacidades (Nusse, 2013, pág. 7). En la tabla 1 se muestran las tarjetas Arduino que se consideraron para el proyecto. El motivo principal por el cual se seleccionó la tarjeta Arduino nano, fue que es una versión condensada que posee todo el poder de la tarjeta Arduino uno, usando el mismo microcontrolador ATmega328, pero a una fracción de su tamaño (Nusse, 2013, pág. 26). Además, con esta tarjeta se cubrieron a la perfección las necesidades del proyecto.

Nombre	Procesador / Velocidad CPU	Voltaje Operación/Entrada	In/O ut Analógica	PWM/ IO Digital	EEPROM/S RAM/Flash [kb]
Uno	Atmega 328P/16M Hz	7-12V	6/0	6/14	1/2/32
Nano	Atmega 328P/16M Hz	5V	8	6/22	1/2/32

Tabla 1 Características técnicas de Arduino nano y Arduino uno

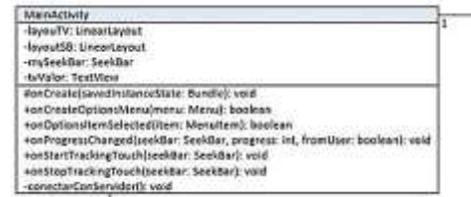
La tarjeta electrónica cuenta con un módulo de comunicación Wifi ESP-201. La modalidad de conexión Wifi que se utilizó en el proyecto es la llamada red ad hoc, donde los clientes que están dentro del rango del radio se comunican en forma directa (Tanenbaum, Wetherall, 2012, pág. 257). A la tarjeta Arduino se conectan 5 motores de cd, que representan los 5 grados de libertad del brazo robótico K680.

El módulo ESP-201 establece una comunicación serial bidireccional con la tarjeta Arduino, para comunicarse inalámbricamente con la aplicación instalada en el dispositivo móvil. Android es un sistema operativo que permite programar aplicaciones empleando una variación de Java llamada Dalvik, y proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar fácilmente aplicaciones que acceden a las funciones del dispositivo móvil (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) utilizando el lenguaje de programación Java (Robledo, Robledo, 2011, pág. 3).

Codificación de la aplicación para el dispositivo móvil

En la figura 2 (a) y (b) se presenta el diagrama de clases de la aplicación desarrollada para el dispositivo móvil. A continuación, se presenta una descripción breve de las clases y los métodos más importantes.

Clase MainActivity. Es la clase principal de la aplicación en la cual se muestra la renderización del brazo robótico y un menú, en el que se selecciona la articulación a rotar. Mediante un control SeekBar se manipulan los grados que rota la articulación seleccionada. Para crear el modelo del brazo robótico en 3D se utilizó la API OPEN GL ES. OpenGL ES una interfaz de programación de aplicaciones (API) para gráficos avanzados en 3D, enfocada a dispositivos portátiles y embebidos, tales como teléfonos celulares, asistentes digitales personales (PDAs), consolas, aparatos, vehículos y aviación (Munshi, Ginsburg, & Shreiner, 2009, pág. 1).



(a)



(b)

Figura 2 Diagrama de clases de la aplicación para el dispositivo móvil

onProgressChanged (). Este método se ejecuta cuando se realiza un desplazamiento en el control SeekBar. Al ejecutarse, se evalúa la articulación del brazo robótico seleccionada, se muestran los grados que se rotó y se actualizan los grados en el gráfico renderizado. En la figura 3 se muestra el código de este método.

```
public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int progress, boolean fromUser)
{
    if (partToMove.equals("Cintura"))
    {
        valor = seekBar.getProgress() - 135;
        tvValor.setText("Moviendo: Base " + String.valueOf(valor) + "°");
        myRenderer.setBaseAng(valor);
    }
}
```

Figura 3 Método onProgressChanged ()

ClienteTCP. Esta clase es la encargada de crear el cliente TCP que se conecta al servidor creado por la tarjeta Arduino. Se define la dirección IP por defecto del módulo ESP-201, así como el número de puerto mediante el cual el servidor creado está a escucha de conexiones. `enviarMsj ()`. Este método es el encargado de enviar los datos a través del socket mediante la variable de salida de flujo de datos. Un socket es el punto final de una comunicación bidireccional entre dos programas que intercambian información a través de una conexión (Gironés, 2013, pág. 351). En la figura 4 se muestra el código de este método.

```
public void enviarMsj(String message)
{
    //Si existe flujo de salida de datos y no existe error
    if (SalidaDatos != null && !SalidaDatos.checkError())
    {
        SalidaDatos.println(message); //Enviamos mensaje al servidor
    }
}
```

Figura 4 Método `enviarMsj ()`

`Run ()`. Este método es el encargado de crear el socket, obtener los flujos de entrada y salida de datos y escuchar mensajes por parte del servidor mediante un ciclo.

`Detener Cliente ()`. Este método es el encargado de detener la ejecución del cliente y cerrar el socket de conexión. En la figura 5 se muestra el código del método.

```
public void detenerCliente()
{
    mRun = false; //Confirmamos la cancelación de la ejecución del cl
    try { socket.close(); } //Cerramos el socket
    catch (Exception e){}
}
```

Figura 5 Método `detenerCliente ()`

MyRenderer. Esta clase crea la superficie de dibujo definiendo todos sus atributos. También se encarga de dibujar los objetos dentro de la superficie generada y de realizar transformaciones a dichos objetos.

`onSurfaceCreated ()`. Este método es llamado cuando se crea la superficie de dibujo. Dentro de él se configuran atributos tales como el color de fondo y la forma en que se rellenan los polígonos dibujados. En la figura 6 se muestra el código del método.

```
public void onSurfaceCreated(GL10 gl, EGLConfig eglConfig)
{
    gl.glClearColor(1f, 1f, 1f, 1f); //Color de fondo de la pantalla
    gl.glShadeModel(GL10.GL_FLAT); //Para no que se rellenen los polígonos
    gl.glEnable(GL10.GL_DEPTH_TEST); //Asegura que los objetos se superpongan correctamente
    gl.glHint(GL10.GL_PERSPECTIVE_CORRECTION_HINT, GL10.GL_NICEST); //Reduzimos de máxima calidad
}
```

Figura 6 Método `onSurfaceCreated ()`

`onSurfaceChanged ()`. Este método es llamado cuando ocurre un cambio en la superficie de dibujo. Se utiliza también para configurar atributos como la posición de la cámara y el punto al cual estará “viendo”. En la figura 7 se muestra el código del método.

```
public void onSurfaceChanged(GL10 gl, int w, int h)
{
    gl.glViewport(0, 0, w, h); //Define la ventana de 2 dimensiones donde la imagen
    gl.glMatrixMode(GL10.GL_PROJECTION); //Selecciona la matriz de transformación
    gl.glLoadIdentity(); //Carga la matriz identidad
    GLU.gluPerspective(gl, 45f, (float) w / h, 0.1f, 100f); //Configura la matriz
    gl.glTranslatef(0f, 0f, -5f); //Posicionamos la cam
}
```

Figura 7 Método `onSurfaceChanged ()`

`onDrawFrame ()`. Este método es el encargado de crear los gráficos que serán renderizados, así como de aplicar transformaciones a los polígonos creados.

Los métodos `setBaseAng()`, `setHombroAng()`, `setCodoAng()`, `setMunhecaAng()` y `setPinzasAng()` se encargan de modificar la posición de las articulaciones del brazo robótico.

Brazo. Esta clase es la encargada de crear los polígonos que se renderizan a partir de la definición de vértices, el orden en que estos se unen y el color con que el polígono se rellena. Tomando en cuenta el espacio tridimensional, se definen las coordenadas (x, y, z) de cada vértice del polígono para crear una parte del brazo robótico.

Como los polígonos se forman a partir de triángulos, los vértices que los forman se definen por tripletas. Una vez definidos los vértices de un polígono, el color que tendrán y el orden en que se dibujarán, se convierten a un formato compatible con OpenGL.

La clase cuenta con los métodos `drawBase()`, `drawServo()`, `drawContornoServo()`, `drawConexionHombroCodo()`, `drawConexionCodoMunheca()`, `drawBaseMunheca()`, `drawBasePinza()` y `drawPinza()` los cuales son los encargados de crear las partes del brazo robótico. Cada método define la cara del polígono que será considerada como la delantera, define los vértices, sus colores, el orden en que serán dibujados y el tipo de primitiva con la cual se creará el polígono. Una primitiva es un objeto geométrico que puede dibujarse usando un comando de dibujo apropiado de OpenGL ES. Estos comandos de dibujo especifican un conjunto de atributos de vértice que describen la geometría y el tipo de la primitiva (Munshi et al, 2009, pág. 6). En la figura 8 se muestran estos métodos y en la figura 9 se muestra la interfaz gráfica terminada.

```
public void drawBase (GL10 gl)
{
    gl.glFrontFace (gl.GL_CCW);
    gl.glColorPointer (4, GL10.GL_FLOAT, 0, coloresBaseBuffer);
    gl.glEnableClientState (GL10.GL_COLOR_ARRAY);
    gl.glVertexPointer (3, gl.GL_FLOAT, 0, verticesBaseBuffer);
    gl.glEnableClientState (gl.GL_VERTEX_ARRAY);
    gl.glDrawElements (gl.GL_TRIANGLES, indicesBase.length, gl.GL_UNSIGNED_BYTE, indicesBase);
    gl.glDisableClientState (gl.GL_VERTEX_ARRAY);
    gl.glDisableClientState (gl.GL_COLOR_ARRAY);
}
}
```

Figura 8 Métodos de la clase Brazo



Figura 9 Interfaz gráfica de la aplicación

Codificación del programa para la tarjeta Arduino

La tarjeta Arduino es la encargada de crear el servidor al cual el dispositivo móvil se conecta. Este último a su vez, envía los datos que hacen que la tarjeta decida que articulación del brazo robótico rota y por cuanto tiempo. Dentro del programa se emplea la librería “SoftwareSerial” para hacer uso del puerto serial. Se definió un objeto “SoftwareSerial” y se establecieron los pines usados como TX y RT para este objeto. A estos pines se conectó el módulo inalámbrico ESP-201.

La configuración del servidor se hizo dentro del método `setup()`. Se mandó llamar al método `enviarComando()`, pasándole como parámetro el comando que se desea enviar al módulo. Posteriormente, se entra a un ciclo para leer la respuesta que el módulo envió, mostrándola en el monitor serial.

Para determinar los grados a girar por parte del motor, se utilizó el método de modulación por ancho de pulso (PWM), en el cual la tensión continua media aplicada al motor se controla manteniendo la frecuencia constante, y variando el tiempo que la señal permanece en alto, es decir, variando el ciclo de trabajo (duty cycle) (Palacios, Remiro, & López, 2006, pág. 475). En la figura 10 se muestra el diagrama de flujo del programa creado para la tarjeta Arduino.

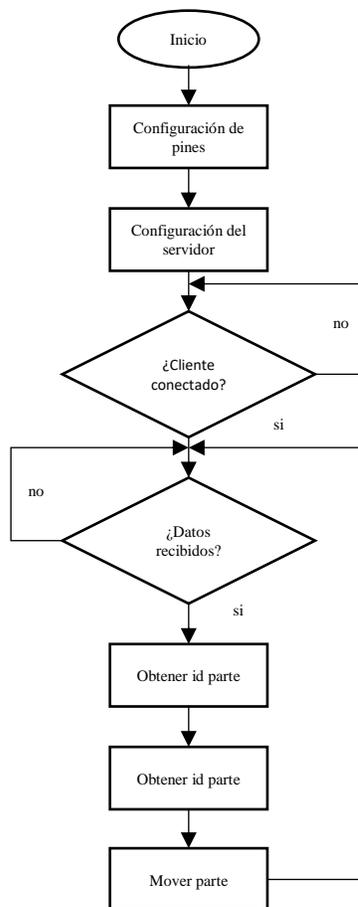


Figura 10 Diagrama de flujo del programa de la tarjeta Arduino

Resultados

Una vez terminado el sistema de control didáctico inalámbrico del brazo robótico, se procedió a probar su eficacia en dos materias de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales: Sistemas Programables y Dispositivos móviles. Se realizó una evaluación preliminar cuyo objetivo fue sondear el grado de conocimiento, comprensión y aplicación de conceptos relacionados directamente con tales materias. Los reactivos versaron sobre robótica, actuadores, microcontroladores, comunicación inalámbrica, gráficos 3D para dispositivos móviles y transformaciones en OpenGL, entre otros. Después de esta evaluación, se procedió a proporcionar el sistema de control para el brazo robótico (variable independiente), a cada grupo por separado, para su uso guiado por medio de prácticas de laboratorio.

Por último, se aplicó una nueva evaluación a los dos grupos para comprobar el impacto del sistema en su aprendizaje. Los resultados de ambas evaluaciones, la preliminar y la posterior al uso del sistema, se muestran en el gráfico 2. Se puede observar una mejora significativa en los índices de aprobación relacionados directamente con la variable dependiente de la investigación: el aprendizaje significativo del estudiante. Por ejemplo, la aprobación de la sección del examen correspondiente al manejo de Open GL, pasó de 35% a 70%. La aprobación de la sección de comunicación inalámbrica pasó de 40% a 70%. Hablando de los totales, el porcentaje de aprobación pasó de 44% antes del uso del sistema, al 70% después de su uso. Cabe mencionar que la parte del proceso en donde se notó más puntualmente la mejoría fue cuando los estudiantes aplicaron los conceptos teóricos en las actividades complementarias de la práctica de laboratorio. Estas actividades las realizaron posteriormente al segundo examen.

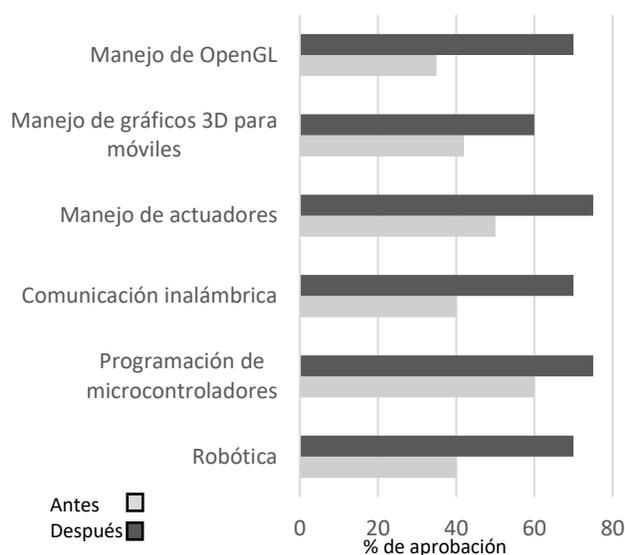


Gráfico 2 Resultados de la evaluación antes y después del uso del sistema

En la figura 11 se muestra el proyecto terminado. Cabe mencionar que se instaló la aplicación en una tableta con sistema operativo Android versión 5.1.1.



Figura 11 Proyecto terminado

A continuación, se dará una breve descripción de cada uno de los productos que resultaron del proyecto.

Tarjeta electrónica de control. La tarjeta electrónica de control cuenta con una tarjeta Arduino nano cuyas principales características son las siguientes: microcontrolador Atmel ATmega 328, voltaje de operación de 5V, 22 pines digitales de E/S con 6 de ellos proporcionando salida PWM, 8 pines de entradas analógicas y una velocidad de reloj de 16 MHz (Arduino,2017). El lenguaje de programación utilizado para la codificación fue el lenguaje de alto nivel Processing. Cuenta además con un módulo inalámbrico ESP-201 para establecer la comunicación vía Wifi con el dispositivo móvil. En la figura 12 se muestra la tarjeta electrónica de control terminada.



Figura 12 Tarjeta electrónica de control

Aplicación para dispositivo móvil. La aplicación para dispositivo móvil puede instalarse en cualquier tableta electrónica o teléfono inteligente que cuente con sistema operativo Android versión 4.4 o superior. El dispositivo móvil se conecta automáticamente con el servidor montado en el módulo.

Mediante un menú se seleccionan las articulaciones del brazo robótico, como se puede apreciar en la captura de pantalla (a) de la figura 13. En la captura de pantalla (b) se muestra que se seleccionó la cintura (base) del brazo y que se giró 37°. En las capturas de pantalla (c), (d), (e) y (f) de la figura 13, se muestra el giro que se dio a cada articulación restante del brazo robótico: brazo -20°, antebrazo 55°, muñeca -10° y pinzas 21°.

Estos desplazamientos angulares generados en la aplicación se transmiten inalámbricamente en tiempo real a la tarjeta Arduino, la cual activa los motores correspondientes del brazo robótico.

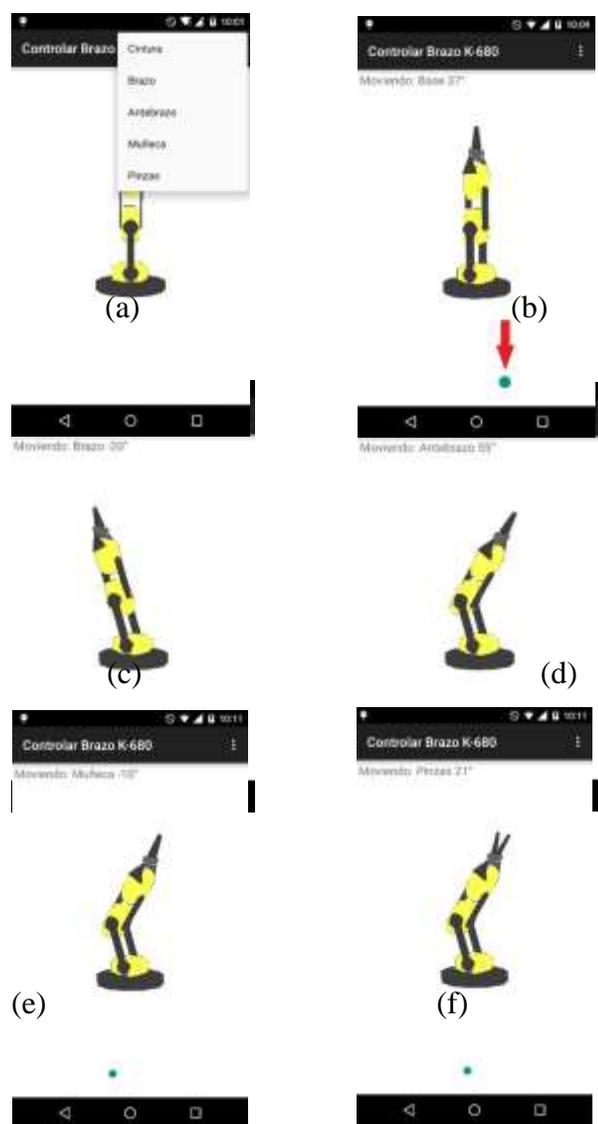


Figura 13 Aplicación Controlar brazo K-680 en ejecución

Manual de usuario. El sistema de control del brazo robótico se acompaña de un manual de usuario que incluye las instrucciones para manejar el software y el hardware del sistema.

En la figura 14 se muestra un extracto de dicho manual, donde aparece una explicación de cómo instalar la aplicación en el dispositivo móvil.

2.- Damos click en la aplicación, y posteriormente en instalar

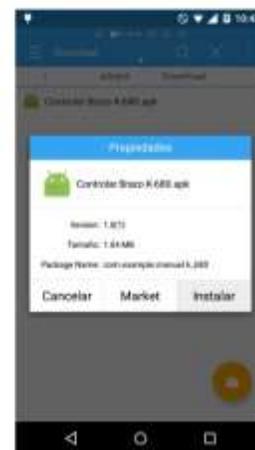


Figura 14 Extracto del manual de usuario del sistema

Manual de prácticas de laboratorio. El proyecto incluye un manual de prácticas de laboratorio, el cual contiene prácticas guiadas sobre tópicos acerca de robótica, electrónica y programación de dispositivos móviles. Cada práctica incluye una sección teórica detallada de los conceptos que se aplican en el desarrollo de las actividades de la misma. Además, se guía paso a paso al usuario en el desarrollo de las actividades de ejemplo. Posteriormente, se incluyen actividades complementarias en las que el estudiante debe aplicar lo aprendido de manera individual.

Conclusiones

En el presente trabajo se generó un sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante dispositivo móvil. La función del sistema es ofrecer una herramienta para el aprendizaje y/o reforzamiento de la robótica y el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que corran bajo el sistema operativo Android.

Paralelamente, el usuario puede aprender y/o reforzar conceptos tales como la comunicación inalámbrica vía Wifi, modelado en 3D en Android y manejo de los puertos de entrada-salida de los dispositivos móviles. Una aplicación para dispositivo móvil permite el movimiento de cinco articulaciones de un modelo en 3D, que representa al brazo robótico real. El movimiento representado en grados se transmite inalámbricamente vía Wifi a una tarjeta Arduino. La tarjeta replica en el brazo robótico físico el movimiento del modelo en 3D. Además, se generó un manual de usuario del sistema y un manual de prácticas que posibilita el autoaprendizaje.

En otro orden de ideas, se pretende a futuro hacer más completo el sistema permitiendo comunicación vía Wifi, bluetooth y USB. Lo anterior permitirá una mayor versatilidad con fines didácticos, ya que cubrirá las tres principales vías de comunicación de los dispositivos móviles en la actualidad. Una vez terminada esta segunda versión, se pretende replicar el sistema para equipar un pequeño laboratorio, permitiendo a varios usuarios utilizarlo al mismo tiempo.

Por último, los resultados obtenidos al utilizar el sistema muestran una mejoría significativa en la asimilación, comprensión y aplicación de conceptos relacionados con robótica, electrónica y dispositivos móviles. De tal manera que se comprobó la utilidad de los dispositivos didácticos en el aprendizaje significativo de los estudiantes de ingeniería.

Referencias

ABB Robótica. (14 de Abril de 2017). Obtenido de new.abb.com/products/robotics/es. Electrónica I+D. (14 de Abril de 2017). Obtenido de www.didacticaselectronicas.com/index.php/qui-enes-somos.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación. Mc-Graw Hill.

Corke P. (2013). Robotics, Vision and Control Fundamentals Algorithms in Matlab. Springer.

Nussey, J. (2013). Arduino for dummies. John Wiley & Sons, Ltd.

Tanenbaum, A., Wetherall, D. (2012). Redes de computadoras. Pearson.

Robledo, C., Robledo, D. (2011). Programación en Android. Ministerio de educación de España. Munshi, A., Ginsburg, D., & Shreiner, D. (2009). Open GL ES 2.0 Programming Guide. Addison-Wesley Pearson Education Inc.

Gironés, J. (2013). El gran libro de Android. Alfa Omega Marcombo.

Palacios, E., Remiro, F., & López, L. (2006). Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Alfaomega Ra-Ma.

Arduino. (14 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>.

Ponce Cruz, P., de la Cueva Hernández V., Ponce Espinoza, H. (2015). Robótica Aplicada con Labview y LEGO. Alfaomega.

Reyes Cortés, F., Cid Monjaraz, J. (2015). Arduino: Aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías. Alfaomega.

Amaro Soriano, J. (2012). Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos. Alfaomega Marcombo.

Carballar, J. (2007). Wi-fi Instalación, seguridad y aplicaciones. Alfaomega Ra-Ma.

Situación del Agave y sus residuos en Tamaulipas

HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther†* y NAVA-DIGUERO, Pedro

Universidad Tecnológica de Altamira

Recibido 13 de Abril, 2017; Aceptado 15 de Junio, 2017

Resumen

Los procesos usando agave en Tamaulipas, producen gran cantidad de residuos. Se desconoce cuánto se genera, cómo se dispone y si les dan uso alternativo. Por ello, el objetivo fue documentar la situación de siembra, cosecha y uso e identificar los residuos generados, manejo y disposición. Se ubicaron las entidades de siembra, tipos de agave, hectáreas sembradas y cosechadas, empresas que usan al agave como materia prima y cantidad de residuo que generan de sus procesos. Hay 21 municipios de siembra y cosecha de agave. Se han sembrado más de 12,000 hectáreas desde el 2004 a la fecha, pero se han siniestrado casi la totalidad, cosechándose solamente 4,650 hectáreas en 12 años, quedando 2,876 hectáreas sembradas actualmente. Hay registradas 18 empresas en el estado, dedicadas a la producción de Tequila, Mezcal, Ixtle, Miel de Agave, Artesanías e Inulina, generando de 100 a 200 toneladas de residuos al mes. No hay registro de la cantidad de agave que queda en campo sin usar ni tratar. Se concluye que los residuos que se generan no tienen ningún uso alterno, produciendo daños severos en el ecosistema, como corrosión de suelo y proliferación de biota nociva.

Agave, residuos, Tamaulipas, México

Abstract

Processes that use agave in Tamaulipas produce a large amount of residue. It's unknown how much is generated, how it's disposed of, and if alternative uses exist. The objective was to document the planting situation, harvesting, and usage, as well as identifying the amount, management, and disposal of waste generated. Sowing entities, agave types, hectares sown and harvested, enterprises that have agave as their raw material, and the amount of byproduct generated in their processes were documented. There are 21 municipalities that sow and harvest agave. More than 12,000 hectares have been planted since 2004 to date, but almost all have been lost: only 4,650 hectares were harvested in twelve years and only 2,876 hectares are still being grown. 18 companies are registered in the state dedicated to the production of Tequila, Mezcal, Ixtle, Agave Syrup, Handicrafts, and Inulin. Between 100 and 200 tonnes of waste are generated monthly. There's no record of how much agave is left behind on the field, unused or unprocessed. In conclusion, the byproduct generated is not given any alternative use and severely harms the ecosystem through soil corrosion or proliferation of noxious biota.

Agave, waste, Tamaulipas, Mexico

Citación: HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther y NAVA-DIGUERO, Pedro. Situación del Agave y sus residuos en Tamaulipas. Revista de Energías Renovables 2017. 1-1:19-31

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mhoz@utaltamira.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Como es bien sabido, México presenta la mayor diversidad en Xerófitas, ocupando el primer lugar a nivel mundial en Cactáceas. Entre las plantas suculentas, una de las más representativas en el país es el Agave, perteneciente a la familia *Agavaceae*, ya que en el mundo se registran 210 especies y México cuenta con 159 de ellas, siendo 119 endémicas, como lo reporta García (2012). El Consejo Regulador del Mezcal reporta 330 especies, de las que refiere que 250 crecen en nuestro país, lo que equivale al 75% de las reportadas para el mundo.

El agave representa a México, por ser utilizado ampliamente en la producción de destilados famosos en todo el mundo, como son el Mezcal y el Tequila, y, aunque menos conocidos y difundido, el Pulque, la Bacanora y el Sotol, bebidas artesanales ampliamente consumidas por un gran sector de la población en el país.

También, al agave se le han encontrado otros usos, como lo es la obtención de aguamiel, miel de agave y de la fibra conocida como ixtle. En la actualidad, se ha intentado utilizar en la producción de biohidrógeno (Abreu Jacobo, 2013) o de inulinasas microbianas (Huerta et al, 2014). Por años, igualmente, la penca ha sido usada en la construcción de viviendas; la flor, como ornato; el bagazo, para hacer adobe y papel, también como cerca y rompe vientos; y la espina apical, como aguja o clavo. También, la planta cocida se ha utilizado para hacer diversos postres artesanales o sopas. (Zuñiga, 2013)

Se conoce que al agave, ligado a las tradiciones ancestrales del pueblo de México y Mesoamérica, se le ha utilizado también por sus propiedades medicinales, para el control de la diabetes, prevención del cáncer, la osteoporosis y la obesidad, así como diurético, depurativo y digestivo (Inkanatural, pág. Web).

Todas las actividades antes descritas generan gran cantidad de residuos, que normalmente se tiran o, en algunos casos, muy contados, se usan en la fabricación de composta. Pero la gran mayoría se vuelve desecho en el ambiente, en donde tarda en degradarse, provoca alteraciones al suelo, promueve crecimiento bacteriano, alta incidencia de picudos que dañan a la planta, pudriéndola; y aumenta, con ello, el impacto al ecosistema donde se siembra (Terán y Azuara, 2013). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es documentar la situación de la producción de agave y su utilización y establecer la cantidad de residuos generados por los diversos sectores productivos en la utilización del agave, en Tamaulipas, y las posibilidades de uso alternativo de los mismos, para con ello evitar altas concentraciones de desechos que puedan afectar al ecosistema y a la población.

Metodología a desarrollar

Este estudio contempló dos fases de trabajo: en la primera, una revisión documental histórica, para conocer las denominaciones de origen del tequila y mezcal para Tamaulipas y con ello establecer el entorno geográfico y los municipios comprendidos en dicha denominación de origen, en donde se puede sembrar el agave, e identificar en dichas entidades la cantidad de hectáreas sembradas y cosechadas, así como las variedades de agave que se siembran.

En una segunda fase, se establecieron las empresas que utilizan el agave como materia prima en su producción y los tipos de uso que se dan en el estado, por parte de dichas empresas, y la cantidad de residuo que se genera de dichas actividades, para conocer el impacto al entorno donde se siembra y proponer alternativas de uso del subproducto generado de los procesos con agave, y, con ello, dar opción al manejo del residuo y mitigar el impacto ambiental que se genera en la actualidad, por el desperdicio tirado sin control al ecosistema.

Resultados

De acuerdo a la publicación del Diario Oficial de la Federación (DOF), del 13 de octubre de 1977, en la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Tequila, se otorgó a Tamaulipas la Denominación de Origen Tequila, considerando como territorio de origen el comprendido por los municipios de Aldama, Altamira, Antiguo Morelos, Gómez Farías, González, Llera, Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tula y Xicoténcatl. Estas once entidades suman, de extensión territorial, 19,780 km² que es el 24.65% del total, que son 80,249 km², considerando los 43 municipios del estado. Asimismo, en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de marzo 3 de 2003 se da la resolución mediante la cual se otorga la protección prevista a la Denominación de Origen Mezcal, para ser aplicada a la bebida alcohólica del mismo nombre a la región de Tamaulipas, en los municipios que comprenden a San Carlos, San Nicolás, Burgos, Miquihuana, Bustamante, Palmillas, Jaumave, Tula, Cruillas, Jiménez y Méndez. Estas once entidades suman una extensión territorial de 19,952.34 Km², lo cual equivale a 24.86% del total del territorio de Tamaulipas.

Como Tula está en los municipios de Denominación de Origen de Tequila y de Mezcal, entonces, la extensión territorial sumada en la Denominación de Origen de Mezcal, sin tomar en cuenta a Tula, sería de 16,890.01 Km² y equivale a 21.05%.

Considerando aún estas pequeñas variaciones en cuanto a territorialidad, el 50% de los municipios de Tamaulipas están registrados en la Denominación de Origen, ya sea para Tequila o para Mezcal (Ver Fig. 1 y 2).

Desde 1983, SAGARPA tiene registrada la siembra de agave en el estado, aunque las hectáreas sembradas realmente eran muy pocas: la máxima siembra fue de 1,265 hectáreas, en 1983, y lo menos que se ha sembrado es 17 hectáreas, en 1993, y es hasta el 2004 cuando se registra una superficie sembrada de 8,539.98 hectáreas y de 12,586.16 hectáreas, en el 2011; dentro de los distritos de desarrollo rural, que son: Abasolo, Díaz Ordaz, González, Jaumave, Mante y Victoria, de los nueve que tiene en total Tamaulipas (Ver Tabla 1). Para el 2016, solamente se tenían sembradas 3,396 hectáreas, reportándose solamente cinco distritos con siembra (SIAP/SAGARPA). Y ya no apareció Díaz Ordaz entre los distritos de desarrollo rural con hectáreas sembradas.



Figura 1 Ruta del Mezcal en Tamaulipas. INEGI

Fuente: Propia, elaborada a partir del Marco Geoestadístico del INEGI, 2010



Figura 2 Ruta del Tequila en Tamaulipas. INEGI

Fuente: Propia, elaborada a partir del Marco Geoestadístico del INEGI, 2010

No	Distrito de desarrollo rural	Municipios
1	Abasolo	Abasolo, Jiménez, Soto La Marina
2	Díaz Ordaz	Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Mier, Miguel Alemán, Reynosa, Río Bravo
3	González	Aldama, Altamira, González
4	Jaumave	Bustamante, Jaumave, Miquihuana, Palmillas, Tula
5	Laredo	Guerrero, Nuevo Laredo
6	Mante	Antiguo Morelos, El Mante, González, Gómez Farías, Nuevo Morelos, Ocampo, Xicoténcatl
7	San Fernando	Burgos, Cruillas, Méndez, San Fernando
8	Victoria	Casas, Güémez, Hidalgo, Llera, Mainero, Padilla, San Carlos, San Nicolás, Victoria, Villagrán
9	Control	Matamoras, Río Bravo, Valle Hermoso

Tabla 1 Distritos de desarrollo rural en Tamaulipas y municipios que incluyen

Fuente: Propia, elaborada a partir de información de SAGARPA.

De 2004 a 2012, cuando se tuvo el máximo de siembra, se registró una superficie cosechada de 605 hectáreas en los Distritos de Desarrollo Rural Victoria, Abasolo y González; lo que es muy bajo, considerando que ya estaba la planta en el periodo idóneo de cosecha. La mayor cosecha se dio de 2013 a 2016, con un total de 4,101.54 hectáreas (Ver Gráfico 2).

Desde el 2004, en que se inició la siembra del agave en gran cantidad, en el estado, se reportó por SAGARPA, en los estadísticos anuales por estado, la siniestralidad de toda la siembra realizada, debido a condiciones climáticas; similar a lo acontecido en el 2011, cuando una gran sequía tuvo un gran impacto negativo en el cultivo de este producto, aunado a la afectación por el picudo que atacaba la piña del agave y la pudría. Esto hizo que, para el 2013, solamente quedaran sembradas en el estado 5,595.14 hectáreas, de las cuales se cosecharon 3,212.54 hectáreas y se siniestraron el resto: 2,382.85 hectáreas.

A partir de ahí, durante el 2014, 2015 y 2016 han ido decreciendo las hectáreas sembradas, ya que se han abandonado poco a poco los terrenos, por no considerar productivo el cultivo y menos la cosecha. Se ha complicado la situación por los altos costos del agave en la actualidad, que han afectado severamente a los productores. Todo ello ha llevado a que muchos hayan optado por voltear la tierra y dar por perdida la siembra del agave y considerar otros tipos de cultivos. Sin embargo, han dejado toda la producción de agave como desecho en el ecosistema, sin uso alguno, aun cuando se sabe que cada una de sus partes tienen utilidad y pueden ser usadas en diversas actividades agroindustriales (Zuñiga-Estrada, 2013).

La mayoría de lo sembrado quedó siniestrado desde 2014 hasta la fecha, como se puede observar en el Gráfico 2, que muestra un comparativo entre lo sembrado por año, con lo cosechado y lo siniestrado. Si consideramos que por cada hectárea sembrada aproximadamente se plantan entre 2,500 a 3,000 agaves y si se observa que la superficie siniestrada fue de 8 a 12 mil hectáreas, realmente se ve la gran cantidad de agave que se sembró y perdió, provocando con ello una gran afectación al suelo y un gran desperdicio de la planta que es de utilidad para la agroindustria, ya que como lo menciona Angel et al, 2016 los residuos sólidos que constituyen grandes cantidades de biomasa pueden ser aprovechados con fines energéticos, y favorecer la protección al suelo y ser utilizados dichos residuos como fertilizantes y lograr con ello una mejor protección en el ambiente, pero para ello es necesario conocer que residuos se generan y en qué cantidad, así como saber de qué procesos provienen.

El tipo de agave que se ha estado sembrando en la entidad, en su gran mayoría, a partir del 2004, es el *Agave tequilero* variedad azul (*Agave tequilana* Weber), para ser utilizado en la industria de producción de Tequila y también para la producción de Miel de Agave e Inulina, de acuerdo a lo referido por la empresa LLERAMEX. En los municipios de Denominación de Origen, para la producción de Mezcal, aunque en menor escala, se sembró el *Agave mezcalero* (*Agave potatorum*). También es frecuente el uso del *Agave Espadilla* o *Espadín* (*Agave angustifolia*). En Cruillas, Jiménez y Méndez utilizan principalmente el *Agave Mezcal* o también nombrado *Cenizo* (*Agave americana* especie protoamericana) (Ver Tabla 2).

Cabe hacer mención que los productores de Mezcal utilizan principalmente especies de agave silvestre propias de la región, como la Jarcia (*Agave montium sancticaroli*), el Maguey Serrano (*Agave americana* A.) y el lechuguilla (*Agave funkiana*) y (*Agave lophantha*) que también se conoce como Amole (Jacques et al, 2007), o como en el caso de la empresa El Tinieblo que utiliza el *Agave salmiana*, *Agave americana* y *Agave angustifolia* (espadín). En la producción de ixtle en Tamaulipas, en los municipios de Bustamante, Jaumave, Miquihuana, Victoria, Tula y Palmilla, se usa de manera natural la lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr.*) y se usan 1,926 toneladas de cogollos de agave, de los que se obtiene una producción de 289 toneladas de ixtle de lechuguilla en greña, que equivale al 1% de la producción en el país. Solamente seis estados se dedican a esta actividad: San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y Tamaulipas (SAGARPA, 2009).

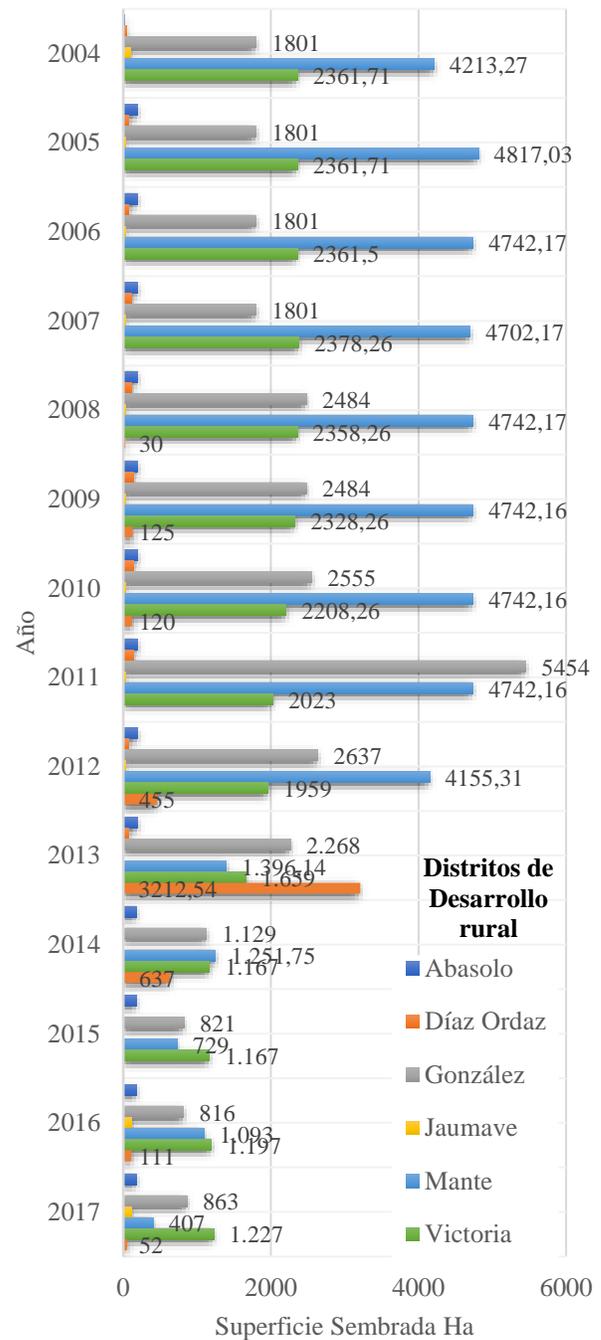


Gráfico 1 Hectáreas sembradas y cosechadas de Agave en Tamaulipas por entidades, Producción Agrícola 2004-2017

Fuente: Propia, elaborada con información de SIAP/SAGARPA. En línea

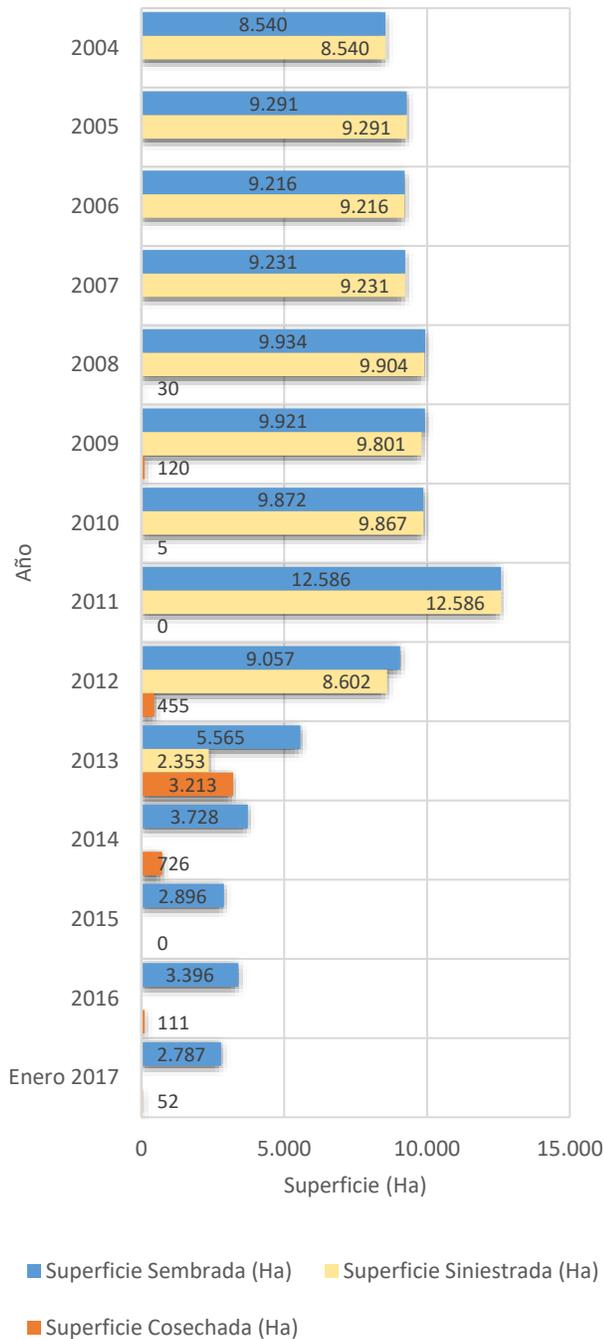


Gráfico 2 Comparativo entre Agave sembrado, cosechado y siniestrado en Tamaulipas de 2004-2017

Fuente: Propia, elaborada a partir de información de (SIAP/SAGARPA). En línea.

Empresa	Entidad	Producto	Agave utilizado
Tequilera La Gonzaleña, S.A. de C.V.	González	Tequila “Chinaco”	Agave tequilana Weber variedad azul
Tequilera 8 Mesas, S.A. de C.V	Llera	Tequila “8 MESAS”	Agave tequilana Weber var. azul
Tequilera Jebla S.A. de C.V.	Cd. Victoria	Tequila “Santo Azul”	Agave tequilana Weber var. azul
Montaña Sol y Cactus A. de R.L.M.I.	Cd. Victoria	Destilado de Agave “La Picota”	Agave tequilana Weber variedad azul
Mezcal San Carlos	Sierra de San Carlos	Mezcal “El Jatero”	Agave americana Agave americana ssp protoamericana Agave montium sancticaroli Agave univittata lophantha Agave funkiana Agave asperima
Jesús Guzmán	Tula	Mezcal Artesanal Huajuco Miel concentrada de agave “Navajo”	Agave angustifolia Agave americana ssp protoamericana Agave salmiana
Destilería Sierra de San Carlos S. de R.L.M.I.	Sierra de San Carlos	Mezcal “Sierra Chiquita”	Agave montium sancticaroli Agave univittata lophantha Agave funkiana Agave americana

Destilería de Mezcal Los Fresnos Sr. Dolores Pérez	San Carlos	Produce Mezcal sin marca, venta local	Agave montium sancticaroli Agave univittata lophantha Agave funkiana Agave americana
Destilería de Mezcal Ejido El Palmar Sr. Emilio Lozoya	San Nicolás	Produce Mezcal sin marca, venta local	Agave montium sancticaroli Agave univittata lophantha Agave funkiana Agave americana
Destilería de Mezcal Ejido Maclovio Herrera Sr. Celio Aguirre	Burgos	Produce Mezcal sin marca, venta local	Agave montium sancticaroli Agave univittata lophantha Agave funkiana Agave americana

Tabla 2 Empresas en Tamaulipas usando el Agave en procesos de destilados (Tequila y Mezcal)

Fuente: Propia, elaborada a partir de Información proporcionada por productores y empresarios de Agave

También con el *Agave lechuguilla*, ya con el ixtle en greña, se elaboran artesanías en los municipios de producción, principalmente en Jaumave, en donde encontramos tres sectores productivos bien conformados y legalmente constituidos que manufacturan el ixtle, para elaborar diversos productos artesanales y con ello elevar el ingreso de las familias del lugar (SEMARNAT, 2008) (Ver Tabla 3).

En la actualidad, también se están haciendo estudios de determinación de áreas potenciales de cultivo de la lechuguilla en Tamaulipas, para producir Etanol como biocombustible (Castillo *et al.*, 2014).

Los agaves silvestres que se encuentran en el estado más conocidos son el Agave jarcia (*Agave montium sancticaroli*), la lechuguilla o amole (*Agave univittata especie lophantha* y *Agave funkiana*) y el Cimarrón (*Agave salmiana crassispina*).

El *Agave tequilana* Weber variedad azul es la especie que, a nivel nacional, es la de mayor importancia económica. Es utilizada, principalmente, para generar la bebida denominada tequila. Huitrón refiere que cada año se utilizan aproximadamente un millón de toneladas de *Agave tequilana*, en las cinco entidades con denominación de origen, para producir la bebida.

Empresa	Entidad	Producto	Agave utilizado
LLERAMEX S.A. de C.V.	Llera	Miel de Agave InulinaAgave	Agave tequilana Weber variedad azul
Ganadería los Manueles, S.P.R. de R.L. de C.V. "RAGAVE"	Tampico	Miel de Agave "RAGAVE" Néctar de Agave. Endulzante Natural Orgánico, Kosher	Agave tequilana Weber variedad azul
CEPILLOS DE PALOMAS S. DE R.L.M.I.	Jaumave	Artesanía con Ixtle Cepillos Productos de fibra de Ixtle	Agave lechuguilla Torr.
Mujeres Transformadoras de Fibra Francisco Medrano S. de R.L. M.I.	Jaumave	Artesanías como bolsas para dama, maceteros, cinturones, canastos, alhajeros, dulceros, adornos flor	Agave lechuguilla Torr.
El Cadejo S. de R.L.M.I.	Jaumave	Elaboración de artículos y objetos diversos con ixtle de lechuguilla	Agave lechuguilla Torr.
Consejo Comunitario de Abasto Tula A.C. Diconsá	Bustamante Jaumave Miquihuana Tula Palmillas Victoria	Ixtle	Agave lechuguilla Torr.

Tabla 3 Empresas en Tamaulipas que usan el agave en producción de miel, inulina, artesanía e Ixtle en greña

Fuente: Propia, elaborada a partir de Información proporcionada por productores y empresarios de Agave

Huerta et al (2014) reporta que, de acuerdo a datos de Huitrón et al, en el 2008, y de Chávez, en el 2010, se calcula que un millón de toneladas de plantas de *Agave tequilana* son procesadas anualmente por la industria tequilera mexicana, generando una gran cantidad de residuos agrícolas (Huitrón et al, 2008).

En el 2008, la empresa “La Gonzaleña” producía ocho mil litros de tequila al mes, equivalente a 100 mil litros al año, utilizando siete kilos de piña por cada litro producido (comunicación personal). Ellos refieren que usan 20 toneladas a la semana y con ello producen 2,500 litros de tequila blanco; al mes: 10,000 litros, con 80 toneladas de piñas.

En cuanto a la producción de bagazo, registran aproximadamente 20 kg por cada litro de tequila. Considerando 10,000 litros por mes, eso equivale a 200 toneladas de residuo al mes (comunicación personal).

De acuerdo a reportes de producción de bagazo como subproducto de la producción de Mezcal, se registró que eran entre 15 y 20 kg en base húmeda, por cada litro de mezcal. Si se considera que se generan 9,400 litros por mes de mezcal y que se producen 15 kg de bagazo por litro, eso es igual a 141 toneladas de residuos al mes (Chávez, 2010). Sin embargo, el Sr. Guzman (Presidente del Consejo Regulador de Mezcal en Tamaulipas) refiere que el maguey del estado tiene menos azúcar que el de Oaxaca y que se utilizan entre 20 y 30 kg de maguey para producir un litro de mezcal, lo que eleva la cantidad de bagazo producido.

Producto	Producción total de agave usado	Total de Bagazo por producción	% de residuo de Bagazo
Mezcal	15T	10.5T	70%
Tequila	20T	15T	75%
Miel de Agave	0.4T	0.16T	40%
Ixtle	1926T	1637T	85%
Inulina	0.6T	0.5T	83%

Tabla 4 Agave usado en proceso y cantidad de Residuo generado

Fuente: Propia elaborada a partir de Información proporcionada por productores y empresarios de Agave

Distribución producto-bagazo por cada tonelada

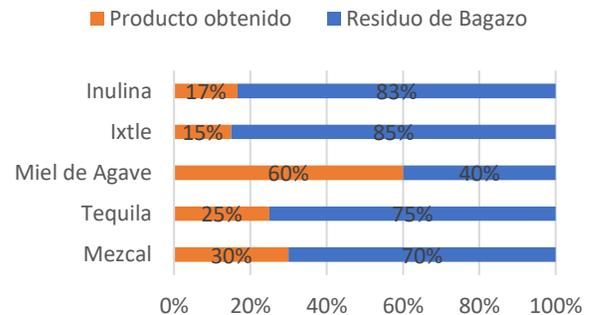


Gráfico 3 Distribución producto-bagazo por cada tonelada

Fuente: Propia elaborada a partir de Información proporcionada por productores y empresarios de Agave.

Para la producción de miel de agave se requieren cuatro kg de piña para producir un kg de miel y para producir un kg de inulina se requieren aproximadamente seis kg de agave (Ver Tabla 4).

De cada hectárea se obtienen aproximadamente 150 toneladas de piña. Si consideramos los datos estadísticos del Consejo Regulador del Tequila, que refiere que de aproximadamente 80 toneladas por hectárea se obtienen 5 millones de litros de tequila, y si tomamos como referencia la producción de La Gonzaleña de 100,000 litros al año, se tienen 1,500 toneladas de residuos, tan sólo de esta empresa y sólo referido al bagazo. Pero el resto de la planta queda como residuo, directamente en la zona de siembra. Finalmente, si consideramos a todas las empresas que producen tequila, mezcal, ixtle, miel de agave e inulina, en el estado, la producción de residuos en el año es enorme. Si, además, sumamos las hectáreas sembradas y siniestradas, se muestra la gran cantidad de residuos producidos, a los cuales prácticamente no se está dando ninguna utilidad. Son los mismos que están solamente provocando daños severos en el suelo; principalmente, de corrosión como lo refieren los productores y gente de la entidad y debemos generar soluciones ante los altos índices de contaminación y por ello se deben investigar nuevas formas de reducir la generación de desechos, usándolos para crear bioetanol, como una alternativa tal cual lo menciona Guarneros et al (2016), y evitar con ello tanto desperdicio que solamente está alterando en su composición a los suelos de la entidad y modificando el ecosistema.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que, sin hacer un estudio preliminar para establecer la cantidad de agave a sembrar, en el 2004 se sembró sin tener en cuenta quiénes serían los usuarios del producto agave, lo que provocó una sobreproducción que, al no ser utilizada ni cuidado su crecimiento, terminó siendo siniestrada.

Solamente se generaron residuos que afectaron el entorno donde se sembró, además de producirse pérdidas millonarias.

La mayoría de las empresas se han ido generando a partir de 2004, pero si se considera que el agave debe dejarse crecer entre cinco y seis años para poder utilizarlo en la producción de tequila o mezcal o de inulina y de miel, entonces se debe determinar realmente la cantidad de agave a sembrar para no provocar sobreproducción o subproducción, si no estrictamente lo necesario, para evitar alta generación de residuos o siniestralidad.

En la actualidad, se están haciendo estudios para usar el bagazo de la industria tequilera y mezcalera como materia prima para generar combustible, de manera directa o en forma de carbón (Chávez, 2010). Cabe hacer mención de que parte del bagazo generado en la producción de tequila y mezcal se utiliza para generar vapor, que es usado en el mismo proceso de elaboración de los alcoholes, pero es muy poco lo usado y el resto se pierde, como desecho y en algunos lugares lo tiran en los terrenos aledaños a las fábricas y lo dejan secar, usándolo como abono orgánico posteriormente, porque consideran como bien lo refiere Barrios et al, 2015, que el agave se encuentra asociado a suelos de alta pobreza en donde la mayoría son calcáreos, o salinos y donde los niveles de nitrógeno, fosforo y potasio tan requerido para el óptimo desarrollo de las plantas, se encuentra en niveles muy pobres y dichos suelos son carentes casi de materia orgánica, por lo que se tiene la creencia que tirando gran cantidad de bagazo se logrará la fertilidad del suelo, pero como aquí se ha visto, es tal la cantidad de residuo generado, que el suelo es incapaz de procesarlo en su totalidad, y en vez de ayudar a la calidad de vida del terreno, lo que se hace es afectarlo y provocar la degradación del mismo, de ahí la importancia de buscar alternativas de uso que eviten dichos impactos negativos.

Vale la pena promover el uso del ixtle para la producción de artesanías y empezar a hacer estudios sobre otros posibles usos. Ancestralmente, se han utilizado diversas partes de la planta. Por ejemplo, se usan las pencas (hojas) para la construcción, la fibra para producir cordeles y el bagazo para la producción de papel y de adobe para casas y también se está buscando producir carbón activado con base en el bagazo. Otros más tratan de obtener lo más que se pueda del azúcar y alcohol que permanece en el bagazo y con ello tratar de usarlo como jarabe de agave para endulzante.

Referencias

- Abreu Sherrer, y Jacobo Salomón, (2013). Aprovechamiento de Bagazo de Agave tequilana Weber para la Producción de Bio-hidrógeno. Tesis de Grado de Maestro en Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT), (pp. 111) San Luis Potosí, S.L.P. México.
- Ángel Cuapio Alejandro, Escamilla Lozano Yolanda y Serrano, Maldonado María José (2016). Obtención de energía a partir de residuos sólidos: Situación actual en el Estado de México. *Revista de Investigación y Desarrollo* 2016, 2-5: 71-76. ISSN-2444-4987. ECORFAN.
- Barrios Ayala Aristeo., Otero Sánchez, Marco Antonio, Michel, Aceves Alejandro, y Ariza Flores Rafael (2015). Quantitative analysis variables Maguey Mezcalero (*A. cupreata*) in four environments. *ECORFAN Journal Ecuador* 2015, 2-3:160-164. ISSN 1390-9959. ECORFAN.
- Castillo Quiroz, David et al (2014). Determinación de Áreas Potenciales para Plantaciones de Agave lechuguilla Torr. para la Producción de Etanol. En *Acta Química Mexicana (AQM). Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Volumen 6. No. 12. 2014. Pág. 5-1.*
- Chávez Guerrero L. (2010). Uso de bagazo de la industria mezcalera como materia prima para generar energía. *Ingenierías Abril-Junio 2010, Vol. XIII, No. 47. Pág. 8-16.*
- Diario Oficial de la Federación (Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos). Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Declaración General de Protección a la Denominación de Origen "Tequila". Tomo CCCXLIV. No. 29. México, D.F., Jueves 13 de octubre de 1977. Pág. 7.
- Diario Oficial de la Federación (Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Resolución mediante la cual se otorga la protección prevista a la denominación de origen Mezcal, para ser aplicada a la bebida alcohólica del mismo nombre. Tomo CDXCIV. No. 20. México, D.F., lunes 28 de noviembre de 1994. Primera Sección. Pág. 27.
- Diario Oficial de la Federación (Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-070-SCFI-1994. Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. Tomo DXXV No. 9. México, D.F., jueves 12 de junio de 1997. Primera Sección. Pág. 30.

Diario Oficial de la Federación (Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos). Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Modificación a la declaración general de protección de la denominación de origen Mezcal, publicada el 28 de noviembre de 1994. Tomo DXCIV. No. 1. México, D.F., lunes 3 de marzo de 2003. Primera Sección. Pág. 33-54.

García Mendoza Abisaí J. (2007). Los Agaves de México. Ciencias 87, Julio-Septiembre, 14-23. [En línea]

García Mendoza Abisaí J. (2012). México, país de magueyes. En: La Jornada del campo, No. 53. Suplemento Informativo de la Jornada. 18 de febrero de 2012.

Guarneros Flores, J., López Zamora L. y Aguilar Uscanga, María. Optimización del proceso de hidrólisis enzimática a partir de bagazo de sorgo dulce pretratado. Revista de Investigación y Desarrollo. 2016, 2-6: 75-81. ISSN-2444-4987. ECORFAN.

Huerta Alcocer Sergio A., Larralde Corona C.P., y Narváez Zapata J.A. (2014), Application of agave subproducts for production of microbial inulinases/ Aplicación de subproductos del agave para la producción de inulinasas microbianas en: Revista Bio Ciencias 3(1): 4-16. Julio 2014. Consultada el 9 de febrero de 2017 de <http://revistabiociencias.uan.mx.n>. ISSN 2007-3380.

Huitron, C., Perez, R., Sanchez, A.E., Lappe, P. & Rocha Zavaleta L. (2008). Agricultural waste from the tequila industry as substrate for the production of commercially important enzymes. Journal of Environmental Biology 29: 37-41

Inkanatural, s/a. Propiedades y usos tradicionales del Agave en: <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>. Consultada el 15 de Diciembre de 2016.

Jacques Hernández Cuauhtémoc, Herrera Pérez O. y Ramírez De León, J.A. (2007). El maguey mezcalero y la agroindustria del mezcal en Tamaulipas. En: Colunga-García Marín, P., L. Eguiarte, A. Larqué S. y D. Zizumbo-Villarreal (Ed.). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY-CONACYTCONABIO-INE. México. pp. 287-317. ISBN: 968-6532-19-6

SAGARPA (2009). Estudio orientado a identificar los mercados y canales de comercialización internacionales para la oferta de productos de Ixtle con valor agregado. Presentado por Integradora de Ixtleros de Zacatecas S.A. de C.V. con la Consultoría Responsable: Kalan Kaash S.C. 388 pp.

SEMARNAT (2008). Programa para la Integración de Cadenas Productivas. Comisión Nacional Forestal (Conafor). Programa (2002-2008).

SIAP/SAGARPA. (2016). Anuario estadístico de la Producción Agrícola. En línea. infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/entidad/index.jsp. Consultado en diciembre de 2016.

Terán Vargas, Antonio. y Azuara Domínguez, Ausencio (2013). El Picudo. *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal y su manejo en el agave tequilero (*Agave tequilana* F.A.C. Weber) Variedad Azul. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Las Huastecas Villa Cuauhtémoc, Tam. Diciembre de 2013 Folleto Técnico No. MX-0-310304-52-03-14-09-35 ISBN: 978-607-37-0181-5

Zuñiga Estrada Lamberto. (2013), Nutrición de *Agave tequilana* y manejo de los fertilizantes en un sistema de producción intensiva (riego por goteo). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Las Huastecas Villa Cuauhtémoc, Tam., Agosto de 2013. Folleto Técnico No. MX-0-310391-33-03-14-09-32. ISBN: 978-607-37-0066-5.

Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios

GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor†*, CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo y CORTÉS-ABURTO, Obed

Carrera Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Recibido 7 de Abril, 2017; Aceptado 5 de Junio, 2017

Resumen

La Universidad Tecnológica de Tlaxcala, a través del Cuerpo Académico Ingeniería en Procesos (UTTAX-CA-2), en una de sus líneas de investigación denominada "Caracterización de deshidratadoras para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, a través del aprovechamiento de las energías renovables" ha diseñado, manufacturado y patentado un deshidratador solar, con el fin de que a pequeña escala los productores aprovechen las mermas agrícolas que obtienen en sus ciclos de producción. El deshidratador está construido de un material de acero inoxidable de 2.0 m de largo por 1.0 m de ancho y vidrio templado transparente de 6 mm de espesor y con material refractario. Este equipo nos ha permitido hacer pruebas con pequeños productores de la región de Puebla y Tlaxcala, obteniendo productos deshidratados de frutas, verduras y legumbres que no cumplen con las características de calidad del producto fresco. Se logró un 48.74 % uniformizar la temperatura e incrementar la misma con respecto aun deshidratador convencional. Lo que ha permitido contar con una alternativa innovadora para ampliar la calidad de vida de los productores, beneficiándose la cadena de producción del sector primario.

Procesos, deshidratadora, merma, escala, productor

Citación: GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo y CORTÉS-ABURTO, Obed. Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios. Revista de Energías Renovables 2017. 1-1:32-39

Abstract

The Tlaxcala University of Technology, through the Academic Body Engineering in Processes (UTTAX-CA-2), In one of its lines of research denominated "Characterization of dehydrators to improve the efficiency of the productive processes, through the use of the renewable energies", Has designed, manufactured and patented a solar dehydrator, in order that on a small scale the producers take advantage of the agricultural losses they obtain in their production cycles. The dehydrator is constructed of stainless steel material 2.0 m long by 1.0 m wide and transparent tempered glass 6 mm thick and with refractory material. This equipment has allowed us to test with small producers of the region of Puebla and Tlaxcala, obtaining products dehydrated fruits, vegetables and legumes that do not meet the quality characteristics of the fresh product. It was achieved 48.74% to standardize the temperature and increase the same with respect to conventional dehydrator. This has allowed an innovative alternative to increase the quality of life of producers, benefiting the production chain of the primary sector.

Processes, dehydrator, decrease, scale, producer

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: galaviz_4@uttaxcala.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El proceso de diseño de nuevos productos es asimilable al proceso de innovación tecnológica, las fases de desarrollo de un diseño son similares y paralelas a las de programación de una innovación. A partir de la información inicial, se desarrolla un concepto básico, o se conceptualiza la innovación tecnológica que se requiere realizar, en una segunda fase, se diseña un prototipo o se desarrolla una invención. Posteriormente, el diseño se adapta a su comercialización, y el invento se transforma en una innovación al aplicarse a un producto o proceso, y finalmente, tras contrastar los resultados del proceso con la realidad, se rediseña o se reinova con un resultado final y común para los dos procesos, aumentar la competitividad de la empresa innovadora (Rothwell, 1985).

La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. En este proceso se pueden distinguir tres etapas fundamentales: 1). búsqueda de aplicaciones y la adaptación de las teorías o resultados de las ciencias básicas. 2). La inclusión en el proceso de las necesidades sociales o industriales, que permite inventar conceptos de aplicación de la teoría. 3). Finalmente, el proceso investigativo de maduración y transferencia de la tecnología permite la creación de prototipos que materializan el concepto y que se pueden transferir a la industria para que se transformen en productos (Lozada, 2014).

Se puede definir la Innovación Tecnológica como aquella que resulta de la primera aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en la solución de los problemas que se plantean a los diversos sectores productivos, y que origina un cambio en los productos, en los servicios o en la propia empresa en general, introduciendo nuevos productos, procesos o servicios basados en nueva tecnología (Molina & Concha, 2000).

México es el país latinoamericano con mayor potencial solar fotovoltaico, cuenta con altos índices de irradiación solar media a lo largo de toda su geografía ~ 6 Kwh /m² por día en promedio. En cuanto a las regiones con mayor potencial fotovoltaico, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua y Coahuila presentan los niveles más altos de irradiación, con medias superiores a ~ 6.5 Kwh/m² por día en promedio (Martínez, 2015).

La energía solar, puede utilizarse mediante diversas tecnologías para secado de productos agrícolas, refrigeración de productos perecederos, desalinización de agua y calentamiento de fluidos (Agua, Aceite, aire entre otros). Dependiendo de la temperatura a la que se necesite calentar el fluido, los sistemas fototérmicos activos pueden concentrar o no la radiación solar (Anes, 2000).

Las patentes proporcionan información acerca de las inversiones de las que se esperan un impacto económico; son especialmente apropiadas para capturar la dimensión competitiva del cambio tecnológico. Dado que el obtener la protección a través de la patente es costoso en tiempo y en dinero, es previsible que sólo se patenten aquellos inventos de los cuales se esperan beneficios (Sanchez, 2012).

Los distintos mecanismos de transporte de calor implicados en el secado van a repercutir notablemente en la cinética del proceso y por tanto en los costos totales, pero para asegurar esto último deberá tenerse en cuenta además que fuentes de energía pueden ser utilizadas para el funcionamiento de los equipos de secado. En el secado convectivo el calor se transfiere al sólido que se está secando mediante una corriente de aire caliente que además de transmitir el calor necesario para la evaporación del agua es también el agente transportador del vapor de agua que se elimina del sólido. En este tipo de secadores los aspectos energéticos se evaluarán por tanto entendido a la fuente de energía utilizada para la generación de aire caliente. A nivel industrial, cuando el secado se hace por transmisión de calor al sólido húmedo, diversos son los tipos de secadores utilizados dependiendo de las características y propiedades físicas del producto húmedo y/o del procedimiento deseado para que ocurra dicha transmisión de calor (Galaviz, y otros, 2012).

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento. La eficiencia del transporte de humedad desde el alimento está determinada por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual en la mayoría de los casos es aire. Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura.

Conforme se incrementa la temperatura, la deshidratación se acelera, pero los atributos cualitativos iniciales del alimento cambiarán drásticamente (Muratore, Rizzo, Licciardello, & Maccarone, 2008).

Deshidratación o secado es un método de procesamiento de alimentos mediante la aplicación de calor, específicamente de aire caliente. Es un procedimiento simultáneo de transferencia de calor y de masa, acompañado de un cambio de fase. Se define como "la aplicación de calor bajo condiciones controladas para remover la mayoría del agua normalmente presente en los alimentos mediante evaporación". El deshidratado de alimentos es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos. El principal propósito es extender la duración de estos por la reducción del agua contenida en ellos; de esta forma se inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, pero la temperatura del proceso es generalmente insuficiente para causar su inactivación. Por lo tanto, cualquier aumento en la humedad contenida durante el almacenamiento, como por ejemplo debido a empaque defectuoso puede resultar en un rápido deterioro. La reducción de peso y volumen resultan en una reducción de costos de transporte y almacenamiento. Generalmente se considera un procedimiento de alto costo, debido a la energía requerida (Espinoza, 2016).

Además de la temperatura y el tiempo de deshidratado, el incremento en la superficie de contacto del alimento con el fluido deshidratante también incrementa la velocidad de movimiento del agua desde el alimento hacia el exterior del mismo (Rajkumar, Kulanthaisami, Raghavan, Gariépy, & Orsat, 2007).

Ventajas del secador solar indirecto 1. Son eficaces, económicamente rentables y fácil de ser aceptados para algunos productos 2.

Se reduce significativamente las mermas durante el secado, a diferencia del secado tradicional donde se producen dichas mermas en mayor cantidad 3. Los resultados económicos son muy positivos en cuanto a la reducción de mermas en épocas de lluvia. Las mermas en otros periodos son escasos. 4. Permite obtener un producto final de mayor calidad. 5. Una disminución del tiempo de secado comparado con el secado directo (Silvipaucar, Curo, Huancahuari, Llantoty, & Valderrama, 2010).

Un proyecto se fundamentó en el diseño, creación e implementación de un deshidratador que por medio de la radiación del sol pueda deshidratar diferentes plantas comestibles en este caso la deshidratación de variedades de chile. Otro punto importante en este proyecto además de deshidratar las variedades de chile por medio de la radiación solar, es poder aumentar la producción de este producto en la comunidad de "La Fuente" ubicada en el municipio de Tequisquiapan, en el estado de Querétaro, la cual hoy en día se siguen utilizando las rudimentarias metodologías tradicionales para el deshidratado del chile las cuales ocasionan perturbaciones en las producciones, perdidas y sobre todo las condiciones negativas de ergonomía hacia los trabajadores que realizan dicha actividad. Las pérdidas económicas de esta actividad se ven reflejadas gracias a que varios estados del país dedicados a la misma actividad de deshidratar el chile para diferentes usos, están utilizando mecanismos y/o prototipos que elevan hasta un 50% la producción total y por ende ocasionan que los productores de la comunidad de "La Fuente" tenga su mercado por debajo de estos estados (Resendiz, Garcia, Jimenez, & Marroquín, 2016).

Metodología a desarrollar

Fase 1. Diseño del deshidratador solar: Dimensiones de 2.0 metros de largo por 1.0 metro de ancho y un cristal o vidrio templado de 6 mm de espesor (Figura 1).



Figura 1 Estructura vista superior

Fuente: Elaboración propia, 2017

Fase 2. Construcción del deshidratador solar:

Esta construido de un material de estructura de acero inoxidable (Figura 2 y 3).

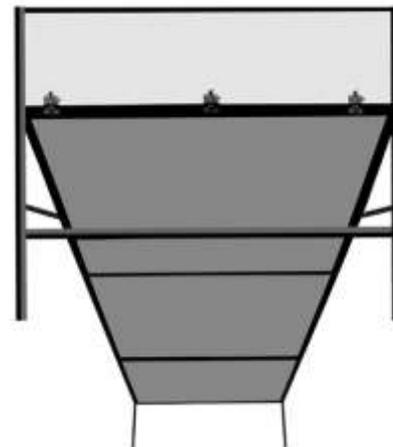


Figura 2 Vista inferior

Fuente: Elaboración propia, 2017



Figura 1 Vista lateral

Fuente: Elaboración propia, 2017

Fase 3. Evaluación del deshidratador. Para realizar el estudio térmico del deshidratador se realizó mediante la siguiente metodología:

- El deshidratador se dividió en tres áreas (A, B y C), con 7 zonas c/u, numeradas del 1 al 7 en el área A, del 8 al 14 en el área B, y del 15 al 21 en el área C (Tabla 1).

Zona de 1-7 Izquierdo	Zona de 8-14 Centro	Zona de 15-21 Derecho
1	8	15
2	9	16
3	10	17
4	11	18
5	12	19
6	13	20
7	14	21

Tabla 1 Zonas para toma de muestras

Fuente: Elaboración propia, 2017

- Se tomaron lecturas de temperatura cada hora desde las 10:00 a.m. hasta las 16:00 p.m. El propósito del estudio consiste en verificar la uniformidad de la temperatura en el deshidratador. El registro de temperaturas se llevo a cabo en grados centígrados con un termómetro de rayos infrarrojos.
- Las muestras se identificaron con los siguientes códigos (Tabla 2).

Muestra 1 = 23-01-2017

Muestra 2 = 24-01-2017

Muestra 3 = 25-01-2017

Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
56	56	53	63	63	60	58	57	54
55	56	55	61	63	60	57	57	54
56	56	55	61	66	58	55	57	53
55	56	55	62	63	60	53	54	52
55	55	55	59	61	61	53	55	51
51	54	54	57	59	58	49	49	48
49	51	52	52	54	55	47	46	46

Tabla 2 Concentración de datos

Fuente: Elaboración propia, 2017

- A través del software Minitab se analizaron las temperaturas y se determino la normalidad de cada uno de los tratamientos (Gráficos 1,2 y 3).

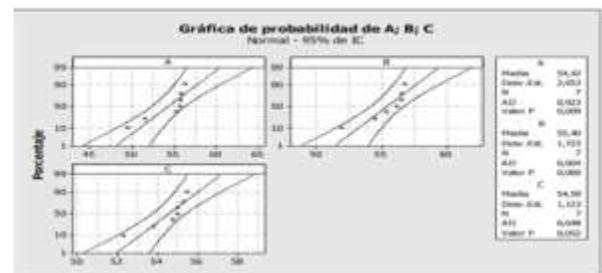


Gráfico 1 Normalidad Muestra 1

Fuente: Elaboración propia, 2017

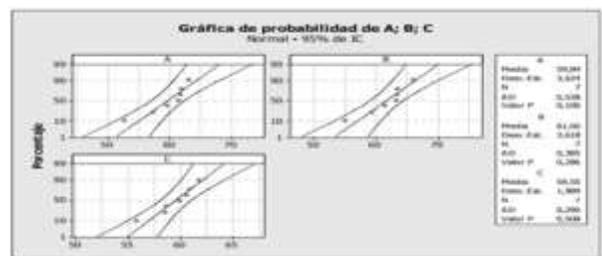


Gráfico 2 Normalidad Muestra 2

Fuente: Elaboración propia, 2017

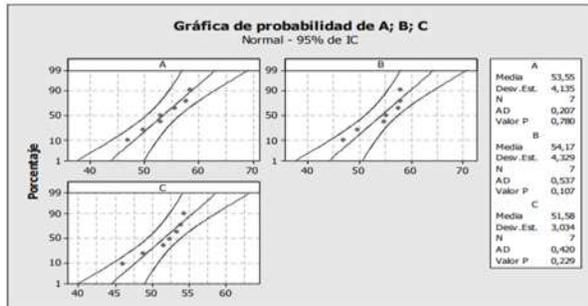


Gráfico 3 Normalidad Muestra 3

Fuente: Elaboración propia, 2017

- Para determinar la normalidad del estadístico de prueba se definió el nivel de significancia de $\alpha=0.05$, mientras que el valor observado o calculado (Valor – P), donde P, es el área bajo la distribución de referencia más allá del valor del estadístico de prueba o área bajo la curva fuera del intervalo para pequeñas muestras $(-t_0, t_0)$ (Figura 4,5 y 6).



Figura 4 Anova Muestra 1

Fuente: Elaboración propia, 2017

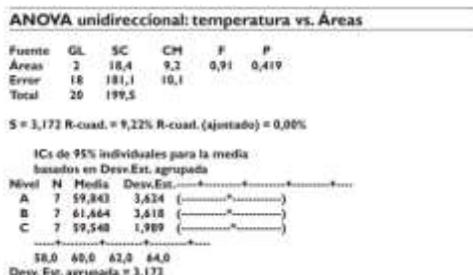


Figura 5 Anova Muestra 2

Fuente: Elaboración propia, 2017

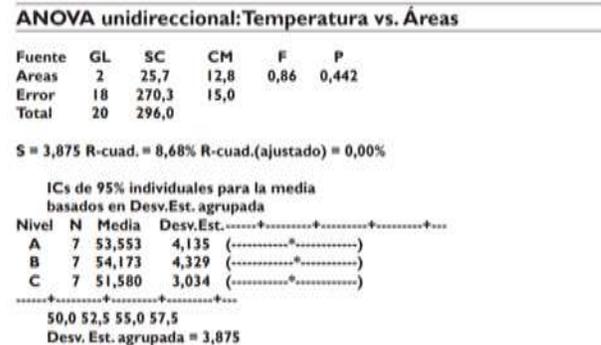


Figura 6 Anova Muestra 3

Fuente: Elaboración propia, 2017

Fase 4. Registro y obtención del Título de registro del deshidratador solar ante el Instituto Mexicano de la Propiedad intelectual (Figura 7).



Figura 7 Título de registro

Fuente: Elaboración propia, 2017

Resultados

Con los datos de la muestra 1: se cumple con las características de normalidad y de variabilidad, por lo que se realizó el análisis ANOVA.

Los resultados obtenidos en el estadístico de prueba fueron de $F=0.51$, mientras que el punto crítico es de 3.55, por lo que podemos afirmar que en este análisis las medias de los tratamientos son iguales, es decir encontramos que la temperatura es uniforme en esta primera muestra.

En la muestra 2: existe normalidad en los tratamientos. Por lo que se realizó el análisis ANOVA sin ningún inconveniente. El estadístico de la prueba F después de procesar la información se encontró con un valor de $F=0.9$, que comparado con el punto crítico de $F=3.55$ se encuentra dentro del área de aceptación. Por lo que se puede afirmar que no existe significancia de variabilidad en las temperaturas por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir existe uniformidad en las temperaturas.

En la muestra 3: Presenta normalidad en los tratamientos y el estadístico de pruebas resultó ser de $F=0.86$ y el punto crítico es de 3.55 por lo que el estadístico de prueba se encuentra dentro del área de aceptación de la hipótesis nula. Cabe destacar que la temperatura promedio del deshidratador con materiales refractarios se logró incrementar a $57.43\text{ }^{\circ}\text{C}$ en comparación de un deshidratador convencional solar de $38.61\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se obtiene la Patente. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, Título de registro de diseño industrial No. 47702, Titular: Universidad Tecnológica de Tlaxcala, Clasificación 31- 00, inventores: José Víctor Galaviz Rodríguez, Romualdo Martínez Carmona, Benito Armando Cervantes Hernández. Número: MX/f/2015/003533, Fecha de presentación noviembre 25 de 2015, fecha de vencimiento noviembre 25 de 2030.

Agradecimiento

A las Autoridades de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala, y en especial al programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo Superior (PRODEP).

Conclusiones

Con este deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios se logró uniformizar la temperatura y se incrementó en un 48.74% de temperatura con respecto al deshidratador convencional. Por lo que podemos afirmar que el nuevo deshidratador con materiales refractarios dio excelentes resultados.

Se ha formalizado ante el PRODEP una red temática de colaboración con el nombre: MODELADO Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS con el proyecto: Análisis experimental de costos de los componentes de un deshidratador de frutas con los siguientes cuerpos que integran UPPUE-CA-5 Mecatrónica, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE PUEBLA. UAEMOR-CA-70 Ingeniería y modelado de procesos térmicos, mecánicos y ambientales, UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS. UTTLAX-CA-2 Ingeniería en Procesos, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TLAXCALA. RESPONSABLES DE LA RED TEMÁTICA. Dr. Obed Cortés Aburto, Dr. José Alfredo Hernández Pérez, Dr. José Víctor Galaviz Rodríguez.

Referencias

- Anes. (2000). *Presentación Foro solar*. México.: Asociación Nacional de Energía Solar.
- Espinoza, J. (2016). Innovación en el deshidratado solar. *Ingeniería. Revista Chilena de Ingeniería*, 11-14.

Galaviz, J. V., Martínez, R., Cervantes, B. A., Hernández, J. L., Mendoza, E., Padilla, A., & Villegas, D. (2012). *Estrategias Tecnológicas Sustentable para Deshidratar Frutas, Verduras y Legumbres*. Bloomington: Palibrio.

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *Cienciamérica No.3*, 34-39.

Martínez, A. (2015). *Plan integral para el desarrollo de las energías renovables en México 2013-2018. Propuesta de escenarios y acciones necesarias para su desarrollo*. México D.F.: WWF, CLIMATEWORKS, IMERE, PWC.

Molina, H., & Concha, F. J. (2000). *Innovación Tecnológica y Competitividad Empresarial*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F., & Maccarone, E. (2008). Partial dehydration of cherrytomate at different temperature, and nutritional quality of the products. *Food Chemistry*, 887-891.

Rajkumar, P., Kulanthaisami, S., Raghavan, G. S., Gariépy, R. Y., & Orsat, V. (2007). Drying Kinetics of tomate slices in vacuum assisted solar and open sun drying methods . *Drying Technology*, 1394-1357.

Resendiz, R., Garcia, E., Jimenez, A., & Marroquín, J. A. (2016). Implementación de un deshidratador solar para la eficiente producción de chile. *Revista de Sistemas Experimentales*, 62-67.

Rothwell. (1985). El disseny i l'economía. *Collecció Disseny i Empresa Núm. 3 Fundació BCD, Barcelona*, 18.

Sanchez, P. (2012). Los indicadores del desarrollo científico y tecnologico. Indicadores existentes e indicadores necesarios. *Cuadernos de sección. Ciencias sociales y economicas 2. Eusko Ikaskuntza*, 201-208.

Silvipaucar, C., Curo, H., Huancahuari, E., Llantoty, V., & Valderrama, A. (2010). Calculation and construction of a solar dryer by natural convection for drying of Non-traditional medicinal Plants. *Centro de desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT*, 18-21.

Instrucciones para autores

[Título en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor
Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen

Título

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

Keywords

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman
y Negritas No.11**

Cita: Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayúsculas -2do Nombre de Autor. Título del Artículo.
Título de la Revista. 2017, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Instrucciones para autores

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]

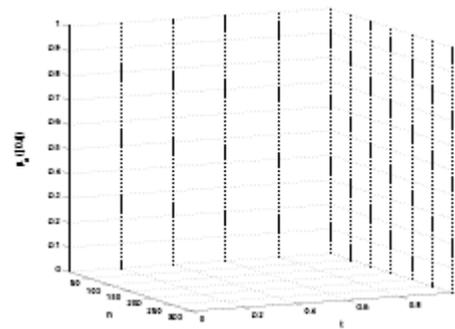


Grafico 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

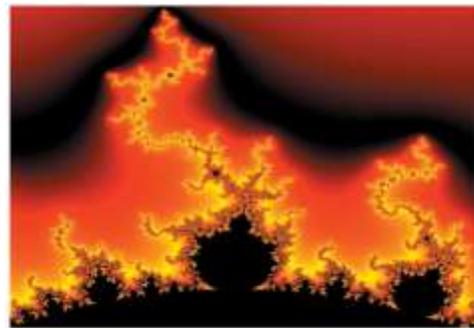


Figura 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Instrucciones para autores

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

Ficha Técnica

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Formato de Originalidad



Cusco, Perú a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

Firma (Signature):

Nombre (Name)

Formato de Autorización



Cusco, Perú a ____ de ____ del 20____

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a Ecorfan- Perú a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize Ecorfan- Perú to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

Firma (Signature)

Nombre (Name)

Revista de Energías Renovables

“Instrumentación optimizada para un vehículo eléctrico”

BORTONI-ANZURES, Liborio Jesús, HERNÁNDEZ-DEL VALLE, Roberto y MACHUCHO-CADENA, Rubén

Universidad Politécnica de Victoria

“Sistema de control inalámbrico didáctico de un brazo robótico mediante un dispositivo móvil”

SILVESTRE-ZAVALA, Javier y MANJARREZ-CARILLO, Ander Osvaldo

“Situación del Agave y sus residuos en Tamaulipas”

HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther y NAVA-DIGUERO, Pedro

Universidad Tecnológica de Altamira

“Deshidratador solar de cama plana con materiales refractarios”

GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor, CERVANTES-HERNÁNDEZ, Benito Armando, MARTÍNEZ-CARMONA, Romualdo y CORTÉS-ABURTO, Obed

Universidad Tecnológica de Tlaxcala



www.ecorfan.org