

I+D= DINÁMICA DEL SABER

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Año 3 No. 1 Octubre 2013



Dirección General de Educación
Superior Tecnológica



DIRECTORIO

M.C. FELIPE MARTÍNEZ VARGAS
DIRECTOR
M.C. JOSÉ GREGORIO HERNÁNDEZ DELGADO
SUBDIRECTOR ACADÉMICO
LIC. JESÚS ALBERTO CILIAS HERNÁNDEZ
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN
M.C. JUAN GONZALO ALARCON XICOTENCATL
SUBDIRECTOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

CONSEJO EDITORIAL

PRESIDENTE

LIC. JESÚS ALBERTO CILIAS HERNÁNDEZ
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN

SECRETARIO TÉCNICO

L.A.G. NORMA GIL MEDRANO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

MIEMBROS

LIC. BONFILIO ARANGO VÁSQUEZ
JEFE DEL CENTRO DE INFORMACIÓN
M.A. RAMÓN MATÍAS LÓPEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
C. P. EMILIO RENATO ORTIZ SAUCEDO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

COMITÉ EDITORIAL

DR.	ARMANDO	HEREDIA	GONZÁLEZ
M.I.E.	B.LETICIA	FRANCO	SALAZAR
M.I.I	HÉCTOR	SANTOS	ALVARADO
DRA.	MIRIAM SILVIA	LÓPEZ	VIGIL
M.C.	ONÉSIMO	LEZAMA	CASTAÑEDA
M. E.	RAMÓN	MATÍAS	LÓPEZ

I+D=DINÁMICA DEL SABER

I+D=DINÁMICA DEL SABER es una revista anual editada y publicada por la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, por medio de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Tehuacán, la cual tiene como propósito difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica. Toda correspondencia deberá enviarse a Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Pue. México, tel. (238)3822448, 3820563, www.ittehuacan.edu.mx , posgrado@ittehuacan.edu.mx

Lectores

Esta revista está dirigida a Estudiantes, Profesionales e Investigadores de las áreas de Ingeniería y Tecnología, Tecnologías de la Información, Ciencias Naturales, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Ciencias Económico-Administrativas y Ciencias de la Educación.

Información Legal

La revista I+D=DINÁMICA DEL SABER, Año 3, No. 1. Octubre 2013, es una publicación anual, editada y publicada por la Dirección General de Educación Superior Tecnológica de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Arcos de Belén Núm. 79, Piso 3, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06010, Tel. (55)3601-7500 Extensión. 65064, d_vinculación05@tecnm.mx. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-101210045600-203, ISSN en trámite, Ambos otorgada por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número, División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Pue. México, tel. (238)3822448, 3820563, www.ittehuacan.edu.mx, posgrado@ittehuacan.edu.mx . Fecha de término de la impresión, 31 de octubre de 2013.

Su objetivo principal es difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales de alumnos y personal adscrito al Instituto Tecnológico de Tehuacán, así como de las diversas organizaciones educativas, de investigación o productivas, nacionales y extranjeras que deseen participar, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica.

Para su publicación los artículos son sometidos a arbitraje, los autores participantes son responsables directos del contenido de sus artículos, asumen toda responsabilidad por la publicación de estos, motivo por el cual, no representa necesariamente el punto de vista de la Institución y los editores de la publicación se declaran exentos de toda responsabilidad relacionada con el contenido de los mismos.

Esta es una revista de Acceso Abierto (Open Access). Los usuarios tienen derecho a bajar, leer, copiar e imprimir los artículos de la revista con la condición de citar la fuente y de que se respeten los derechos de autor.

CONTENIDO

NO. ARTÍCULO

- 1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR BLOQUES AL AZAR EN LA GRANULOMETRÍA APLICADA AL CRECIMIENTO DE CHILEMORRÓN SYMPATLY EN EL INVERNADERO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEHUACÁN
- 2 CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE FÍSICA EXPERIMENTAL A MICROESCALA
- 3 DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL AUTOMATIZADO DE BOMBEO, PARA DETECCIÓN DE VARIABLES FÍSICAS
- 4 ESCALAS DIGITALES APLICADAS A TORNO DE EJES PARALELOS CONVENCIONAL
- 5 FERTILIZANTE ORGÁNICO; UNA HERRAMIENTA EFICAZ PARA LA MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA
- 6 IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA DEL AUTÓMATA ESTOCÁSTICO HÍBRIDO
- 7 LOS NANOTUBOS DE CARBONO Y LA IMPORTANCIA DE SU FORMA
- 8 OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE GRASA ANIMAL
- 9 SÍNTESIS DE CALCOGENUROS DEL TIPO TERNARIO PARA OBTENER ELECTROCATALIZADORES CATÓDICOS RuXWYSZ/C.
- 10 TOXICOLOGÍA DE LOS RESIDUOS MINEROS
- 11 USO DE LAS TIC'S COMO ESTRATEGIA PARA CREAR VALOR Y VENTAJA COMPETITIVA EN LAS MIPYMES

EDITORIAL

Damos nuevamente la bienvenida a todos nuestros lectores, en esta tercera edición de “**I&D= Dinámica del Saber**”, cuyo objetivo es realizar la publicación de trabajos de investigación y divulgación científica, poniendo a disposición de la comunidad la información de las actividades académicas y de investigación realizadas por docentes del Instituto Tecnológico de Tehuacán y de otras Instituciones de Educación Superior participantes. En esta tercera edición considerando que hoy por hoy en este mundo globalizado es necesario que las empresas Innoven, desarrollen o mejoren sus productos o servicios sin olvidar el cuidado del medio ambiente y así mantener una competitividad en un mercado cada vez con más opciones para los consumidores, nos llevó a que los docentes del instituto tecnológico de Tehuacán desarrollaran los siguientes artículos que ponemos a su consideración:

En los cuales se abordan temas de Ingeniería y Tecnología así como algunas aplicaciones prácticas en la educación. En el primer artículo, **Análisis estadístico por bloques al azar en la granulometría aplicada al crecimiento de chile morrón sympatly en el invernadero del instituto tecnológico de Tehuacán**, se presenta un interesante estudio realizado en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tehuacán. El cual consiste en un diseño experimental, aplicado al crecimiento de chile morrón sympatly, utilizando bloques completos al azar con una densidad de 240 plantas distribuidas en 5 filas pares de 24 plantas cada fila y después de las cosechas interpretar los resultados para definir cuál es la mejor granulometría debido a que presenta una mejor absorción para la planta y de esta manera obtener un producto de calidad.

Los dos artículos siguientes son un ejemplo del uso de la tecnología aplicada a la educación, en el segundo, **Creación de un laboratorio de física experimental a micro escala**, se presenta la utilización de los laboratorios virtuales a micro escala en la enseñanza de la Física experimental como recurso didáctico, el cual permite mejorar el desarrollo de las competencias básicas experimentales a los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Tehuacán que cursan las asignaturas de Física.

En el tercero, **Diseño de un sistema integral automatizado de bombeo, para detección de variables físicas**, se presentan los principios básicos y prácticos para entrar al mundo de la industria enfocada a la automatización, ya que en la actualidad el llenado de cualquier líquido en las industrias y en los hogares se han hecho indispensable, es por eso que se han implementado diversos sistemas que faciliten el llenado de tanques que almacenen agua y es de suma importancia tanto para la ecología en el ahorro de la luz, agua y tiempo que podrían ser utilizados para otras actividades sobre todo a nivel industrial.

El siguiente artículo, **Escalas digitales aplicadas a torno de ejes paralelos convencional**, se presenta el proceso de conversión de un torno de ejes paralelos convencional a torno con escalas digital, con el fin de hacer más eficientes los procesos y así poder atender con mayor rapidez las necesidades de producción.

El municipio de Tehuacán, designado como “cuna del maíz,” por mucho tiempo ha sido considerada una de las regiones más ricas en cuanto a tierras fértiles, y productores esenciales de cultivos en el estado de Puebla hoy en día ha ido bajando la producción de las zonas cultivadas, razón que justifica la realización del proyecto: **Fertilizante orgánico; una herramienta eficaz para la mejora de la biodiversidad agrícola**, el cual tiene como objetivo la búsqueda de técnicas agrarias alternativas tal como la creación de abonos orgánicos elaborados a partir de desechos de plantas y animales.

Implementación informática del autómata estocástico híbrido, es el artículo que se presenta en 6º lugar, el cual presenta la implementación informática realizada en el software Scicos de Scilab del autómata estocástico híbrido (AEH) con el fin de evaluar la fiabilidad de sistemas dinámicos vía simulación de Monte Carlo.

El séptimo artículo que se presenta es denominado **Los nanotubos de carbono y la importancia de su forma**, en este trabajo se realiza un estudio sobre los NTCs y la importancia de su forma en aplicaciones específicas. En la actualidad los nanomateriales son diseñados para aprovechar las ventajas de su nanoescala y propiedades consecuentes, las que generalmente no se ven en los materiales convencionales.

El artículo listado en octavo lugar, **Obtención de biodiesel a partir de grasa animal**, se presenta un interesante estudio experimental sobre la producción y utilización de biodiesel a partir de la grasa de pollo, específicamente de la que se produce por la cocción del pollo en rosticerías de la región de Orizaba, por los resultados obtenidos en rendimiento podemos comentar que la producción de biodiesel a partir de la grasa de pollo es una alternativa muy interesante aunque los requerimientos de catalizador lo hace un tanto costoso.

Síntesis de calcogenuros del tipo ternario para obtener electrocatalizadores catódicos ruxwysz/c, es el título del artículo presentado en noveno sitio, este artículo aborda el análisis y el estudio de una reacción química entre metales de transición, específicamente entre tiosales de tungsteno y rutenio del grupo VIIB, que hace factible la producción de precursores catalíticos soportados en carbón Vúlcán para obtener electrocatalizadores basados en calcogenuros.

El siguiente artículo que se presenta es denominado: **Toxicología de los residuos mineros**, en este trabajo se hace una revisión de la minería en México y la toxicología de sus residuos,

ya que la minería es una de las actividades más antiguas y con más remuneración económica en México. Sin embargo, esta actividad ha producido la acumulación de residuos mineros, tales como los jales o terreros cuyo inadecuado manejo y la falta de una regulación para disponer de los residuos han generado zonas con un potencial de contaminación importante.

Finalmente se presenta el artículo denominado ***Uso de las tic's como estrategia para crear valory ventaja competitiva en las mipymes***, El producto resultado de este trabajo es un informe sintetizado que permita determinar la situación de las MiPyMEs de Tehuacán y su región, en relación al uso de las TIC y el efecto que estas tienen en la competitividad de las mismas. Finalmente, este análisis permitió determinar algunas estrategias adecuadas para incrementar o mejorar el uso de las TIC y lograr su inserción en la sociedad de la información y por ende ser más competitivas.

Esperamos contar con su amable preferencia, ya que seguiremos haciendo esfuerzos para llevar hasta ustedes los trabajos de investigación científica, tecnológica y aquellos relacionados con la educación que sean relevantes y de utilidad para llevar a cabo el quehacer cotidiano de nuestro Instituto.

Agradecemos y reconocemos la labor de los catedráticos, investigadores y estudiantes que fueron partícipes en esta tercer edición de nuestra revista "I&D= Dinámica del Saber" y les deseamos unas felices fiestas decembrinas 2013 invitando a que cada vez seamos más los protagonistas que compartan sus experiencias de las actividades académicas y de investigación

"Excelencia en la educación, fortaleza del país"

M. C. Felipe Martínez Vargas

Director del ITT

ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR BLOQUES AL AZAR EN LA GRANULOMETRÍA APLICADA AL CRECIMIENTO DE CHILE MORRÓN SYMPATLY EN EL INVERNADERO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEHUACÁN

M.I.A. Lucila Juárez Mendoza¹
M.C. Francisco Ramón Díaz Arriaga²
I.B.Q Lucina Lilia Gómez³
I.B.Q María José Altamirano Morfines⁴

Resumen

En el invernadero del Instituto Tecnológico de Tehuacán (ITT) para la siembra de chile morrón sympathy se llevara acabo un estudio granulométrico de tezontle de 2mm, 3mm, 5mm y 1cm, para poder evaluar a través de un modelo estadístico por bloques al azar cuál de las granulometrías nos da mejor producción bajo condiciones establecidas las cuales se caracterizan por ser de crecimiento semideterminado o indeterminado, con altura de planta superiores a los 2 m. El diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar con una densidad de 240 plantas distribuidas en 5 filas pares de 24 plantas cada fila y después de las cosechas interpretar los resultados para definir cuál es la mejor granulometría debido a que presenta una mejor absorción para la planta y de esta manera obtener un producto de calidad.

Invernadero; Granulometría; Sympathy; Estadística

Introducción

El diseño de experimentos en los últimos años es una herramienta de gran importancia en la agricultura alternativa como es el caso de los invernaderos, y en diferentes cultivos puesto que en los invernaderos podemos obtener varias ventajas como lo pueden ser aumento de la calidad y del rendimiento, producción fuera de temporada, ahorro de agua y fertilizantes, mejora del control de insectos y enfermedades, posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año; además de poder controlar una serie de variables como es la temperatura, la humedad relativa, los diferentes nutrientes, la cantidad de iluminación, las corrientes de aire, el tipo de sustrato, el sistema de riego, etc; sin embargo es necesario realizar un estudio del tezontle utilizado como sustrato en diferentes las siguientes granulometrías que serán utilizadas, 2 mm, 3 mm, 5 mm y 10 m

¹ Maestra en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lucyjvm@gmail.com

² Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lngfdiaz749@gmail.com

³ Ingeniero Bioquímico; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lucy30jul@hotmail.com

⁴ Ingeniero Bioquímico; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lucyjvm@hotmail.com

De las cuales se está estudiando en un invernadero que tiene las siguientes dimensiones 12 m de largo por 10 m de ancho por lo que se dispone de un área de 120 m²; sin embargo el área real a utilizar es de 63 m² dentro de la cual están distribuidas 240 plantas dando una densidad de 3.8 plantas/m² las cuales están organizadas en 5 filas pares de 24 plantas cada fila; las plantas fueron distribuidas en un diseño experimental llamado bloques completos al azar, la variedad de chile morrón utilizada es *sympathy* color naranja, donde el propósito es conocer la

absorción de los nutrientes en cada una de las granulometrías y de este modo poder encontrar la más adecuada, aplicando el método estadístico ANOVA al mismo tiempo realizando una comparación de medias realizada con la paquetería Microsoft Excel, estos métodos son aplicables realizando una serie de actividades que se explican en la metodología detalladamente.

Planteamiento del Problema

La producción de esta hortaliza en invernadero es una actividad relativamente reciente y la investigación sobre el cultivo es escasa en el país. Por esto, se han adoptado los sistemas de producción europeos, aunque estos países tienen menor radiación solar y temperatura, diferencias que provocan que el rendimiento promedio producido en invernadero sea relativamente bajo, de alrededor de 71t·ha⁻¹. Con base en lo anterior, es necesario, contar con sistemas productivos adecuados a las condiciones del país y que sean factibles de ser usados por productores nacionales, mediante sistemas que reduzcan los costos de producción e incrementen los rendimientos. (Grijalva et al, 2008)

Objetivos

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de diferentes granulometrías del sustrato de tezontle sobre la producción de chile morrón *synmpathy* en condiciones de invernadero de túnel del Instituto Tecnológico de Tehuacán bajo un diseño de bloques al azar

Objetivo Particulares:

- *Evaluar el efecto de diferentes granulometrías de 2 mm, 3 mm, 5 mm y 10 mm de tezontle.*
- *Establecer si existe diferencia significativa en el cultivo de chile morrón *synplaty* con la diferencia granulométrica*
- *Realizar un análisis estadístico de los bloques y marcas la diferencia entre ellos comparándolos cualitativamente y la calidad del producto*
- *Interpretación comparativa del SOFTWARE MINITAB y MICROSOFT -EXEL*

Marco teórico

El chile morrón cultivado en invernadero se caracteriza por ser de crecimiento semideterminado o indeterminado, con altura de planta superiores a los 2 m. Se usan dos tipos de sistemas comerciales, el sistema de poda en "V" u holandés y el sistema español. En el sistema en "V" se manejan densidades de 2 a 3 plantas m⁻², con dos tallos por planta, para lo cual se eliminan uno de los dos tallos que se desarrollan en cada nudo (horqueta) de la planta, cada tallo es guiado individualmente de tal forma que la planta simula una "V"; las plantas son desarrolladas en hidroponía en lana de roca, fibra de coco o en sistema NFT (Nutrient Film Technique); los rendimientos por área de este sistema en Holanda son altos, entre 25 a 30 kg m⁻² año⁻¹ Las fluctuaciones de producción se deben a la abscisión o aborto de flores y frutos, que pueden llegar a tasas de entre 85 y 90% del número total potencial de frutos que pudieran formarse. El mecanismo de abscisión se debe a que durante el crecimiento activo, se encuentran auxinas difusas en la zona de abscisión que promueven que esto ocurra; en contraste, cuando los

niveles de auxina disminuyen y los de hormonas promotoras de la senescencia como el etileno y ácidoabscísico aumentan, se provoca el aborto. Los factores que provocan este fenómeno son varios: temperaturas diurnas mayores a 32 °C y nocturnas mayores a 21 °C, susceptibilidad de abscisión de flores acompañadas de una baja humedad relativa. El estrés por calor tiene efecto sobre el metabolismo de la sucrosa, lo que altera su movimiento hacia los órganos en formación, lo que produce la abscisión de flores y frutos pequeños. Las hojas jóvenes son más eficientes como fuentes de demanda que los órganos reproductivos y al alterarse el movimiento de la sucrosa pueden competir contra dichos órganos y provocar su caída. La humedad relativa también puede ser una causa de aborto de flores y frutos, lo cual aumenta al disminuir la humedad de aire; por ello se deben mantener humedades relativas por encima del 80 % para que no sea un factor que provoque la abscisión de órganos en la planta. Excesos o disminución de la humedad en el sustrato también puede provocar aborto de flores. La intensidad de luz es importante porque una baja intensidad reduce la tasa de asimilación neta y por lo tanto menores niveles de azúcar, que generan el aborto de órganos reproductivos en chile morrón. La baja temperatura reduce la cantidad y la calidad del polen, afecta la polinización y esto puede producir frutos deformes o no polinizados, los cuales son fácilmente susceptibles a la absorción. (Marcelis, et al, 2004)

La relación fuente demanda puede modificarse en chile morrón por los factores mencionados y por cambios en la densidad de plantas, o en la poda lo que es relevante, porque se ha observado que al disminuir el aporte de la fuente, el rango de aborción incrementa linealmente. Las relaciones fuente demanda también están relacionadas con cuestiones hormonales. Esto se genera por la competencia de asimilados entre flores y frutos de distinto tamaño, donde los de mayor edad dominan y pueden provocar la abscisión de los más jóvenes y de las flores. Lo anterior se explica por el número de semillas, las cuales generan hormonas para que los asimilados lleguen a los frutos más grandes, lo que produce nudos con y sin frutos debido al aborto. (Marcelis, et al, 2004)

Una alternativa productiva de chile morrón en invernadero a menor costo es la combinación de un despunte temprano y mayores densidades de población de plantas a las manejadas comercialmente. Con el despunte se busca detener el desarrollo de las plantas al eliminar los ápices de crecimiento, una vez que se han formado las primeras tres o cuatro bifurcaciones, con lo que sólo se cosecha el primer flujo de frutos y no se detiene el ciclo del cultivo esperando el nuevo flujo de frutos como ocurre con los sistemas convencionales; con esto se acorta el ciclo del cultivo alrededor de cuatro a cinco meses después del trasplante, lo que permite establecer al menos dos ciclos de cultivo por año y aumentar la productividad.

La menor área foliar por planta permite elevar la densidad de población, de tal manera que el menor rendimiento por planta es compensado por el mayor número de plantas por unidad de superficie. Este número alto de plantas permite establecer un índice de área foliar (IAF) óptimo desde etapas relativamente tempranas del cultivo que si se tuviera menor densidad con plantas de mayor porte, lo que pudiera permitir rendimientos altos en un tiempo menor. (Jovicich et al, 2004)

De manera experimental, que han probado este sistema con el cultivar Ariane de chile morrón, señalan que potencialmente podría lograrse una productividad anual igual o mayor al sistema de poda holandesa, pero con una tecnología más sencilla y con menores costos de producción. Los ciclos cortos de producción con despunte temprano y altas densidades, pueden tener ventajas comparados con los ciclos largos, destacando las siguientes:

- 1) Se evitarían períodos de bajo o nulo rendimiento porque sólo se utilizaría el primer flujo de producción y se termina el ciclo, pero se podría tener más de un ciclo por año.
- 2) Se obtendrían frutos homogéneos en tamaño y de alta calidad, porque generalmente los primeros frutos en producción son los de mejor tamaño.
- 3) Es posible utilizar invernaderos de menor altura y por lo tanto con menos costos.
- 4) Habría mejor uso de la mano de obra porque no se requiere trabajar con escaleras, grúas, andamios o estructuras similares, para descender la planta o manipularla, por la baja altura de ésta; asimismo, la actividad sería constante y no se presentarían las fluctuaciones dadas por la disminución en la producción, es decir no se requiere retirar y recontractar personal.
- 5) En muchas partes de México donde se siembra el mismo cultivo o cultivos similares a campo abierto, un ciclo largo resulta en más gasto para poder mantener la planta sin que haya afectación por plagas o enfermedades; en cambio, un ciclo corto asegura la producción incluso con la enfermedad o la plaga presente.
- 6) Con menor tiempo de cultivo, se pueden manejar efectivamente los límites máximos de residuos y la alternancia de plaguicidas, con lo que se disminuyen costos en el control de plagas y enfermedades, y con productos más inocuos.
- 7) Permite concentrar la cosecha en fechas de precios de venta más altos, lo que haría posible aumentar la rentabilidad.

Por otra parte el trasplante en chile morrón por lo regular se realiza entre las seis y ocho semanas de desarrollo, en países septentrionales; en México en general éste es adecuado a las seis semanas o menos. El tiempo necesario para el primer corte es de tres meses o más después del trasplante, por lo que si fuera posible aumentar el tiempo de la plántula en el semillero con un trasplante tardío (superior a las seis semanas) sin repercusiones negativas en el rendimiento final de la planta, entonces se podría disminuir el tiempo de trasplante a cosecha. Lo anterior permitiría aumentar el número de ciclos por año y por lo tanto la productividad anual. (Jovicich et al, 2004)

Chile Morrón Sympathy Color Naranja Chile de colores (Bell pepper): Es un grupo de la especie *annuum*. Los colores incluyen rojo, amarillo, verde y la naranja. Los chile de colores contienen un gen recesivo que elimina el capsaicin (compuesto químico) con lo cual la fruta que no tienen nada de "picante" como muchas otras variedades de pimientos. Los chiles morrones se agrupan a veces con variedades sin picante y se les denomina "chiles dulces".

El color puede ser verde, rojo, amarillo, naranja y, más raramente, blanco, púrpura, azul, y marrón, dependiendo de cuando se cosechan y del cultivar específico (nombre único que distinguen a una planta de similares de la misma especie). Los chiles de colores verdes son pimientos inmaduros, menos dulces y levemente más amargos que las pimientos amarillos, anaranjados, o rojas que son todas maduras, con la variación del color basada en la selección del cultivar.

El gusto de chiles maduros puede variar de acuerdo a las condiciones y tratamiento del almacenaje post-cosecha; los más dulces son aquellos que se les ha permitido madurar completamente al sol desde la planta; mientras que si se cosecha la fruta verde y después se pone madurar en almacenaje, son menos dulces. Las pimientos son nativas de central y Suramérica.

Es un grupo del cultivar de pimientos de la especie *Capsicum annum* L. de la familia de las solanáceas, es una planta herbácea con densa ramificación que alcanza entre 0.5-1.5 m, tiene flores blancas al inicio, se convierten en la fruta que varía de color según tiempo de cosecha y cultivar. Es una variedad de pimienta grande en forma de corazón (pimiento *annuum*) mide 3 a 4 pulgadas de largo y 2 a 3 pulgadas de ancho (el medio, altura). (Jovicich et al, 2004).

Es importante considerar que la granulometría interfiere directamente ya que el tamaño de la partícula está relacionada con las propiedades físicas y químicas de los sustratos. Según Ansorena (1994), el tamaño óptimo de la partícula para productos hortícolas es entre 0.25 y 2.5 mm. Nus y Brauen (1991) estudiaron partículas de zeolita (0.25 a 0.5 mm) y encontraron que la mayor capacidad de intercambio catiónico y K^+ intercambiables se dio en partículas menores a 0.5 mm. Las partículas de tamaño uniforme mejoran el suministro de oxígeno a las raíces, en relación con mezclas de partículas de diferentes tamaños (Steiner, 1968; Biran y Eliassaf, 1980; Gislerod, 1997).

El estudio de las propiedades físicas y químicas de los sustratos es indispensable para evaluar su desempeño en cultivos hidropónicos además, es necesario evaluar directamente la respuesta de la planta de la cual dependerá su manejo adecuado (Luque, 1981)

Metodología

El experimento se llevara acabo en un área experimental, ubicada en el Instituto Tecnológico de Tehuacán en un invernadero de 12 x 10 m la cual nos da un área de 120 m, de las cuales solo se han utilizado 9 x 7 m, con un área útil de 63 m. Se utilizaron 240 plantas dando una densidad de 3.8 plantas / m² las cuales están distribuidas en 5 filas paresde 24 plantas cada fila; las plantas fueron distribuidas en un diseño experimental llamado bloques completos al aza la variedad pertenece a *simpathy* color naranja, las características de la planta que mencionan son las siguientes planta fuerte y vigorosa con muy buen cubrimiento foliar con amarre de frutos tempranos.

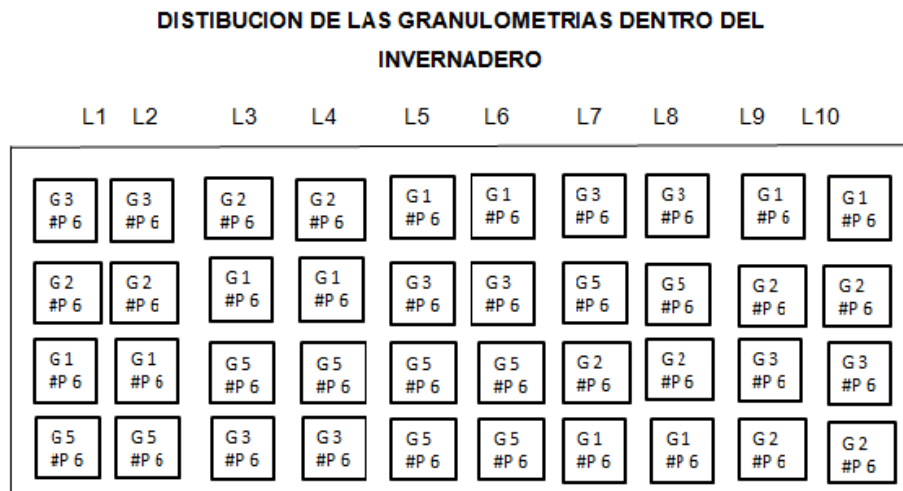


Fig. 1 Distribución de las granulometrías dentro del invernadero

- **Preparación del invernadero**

Se acondiciono el invernadero realizando limpieza, lavado de mallas, plástico y posteriormente la desinfección con una solución desinfectante Basic-clean

- **Preparación del sustrato**

El sustrato que se utilizó fue tezontle del cual se extrajeron 4 diferentes tipos de granulometría las cuales son 2 mm, 3 mm, 5 mm y 1 cm de diámetro.

- **Tratamiento de sustrato**

El tratamiento del sustrato es la desinfección del mismo para prevenir la contaminación de patógenos en la masa radicular la cual se llevó a cabo con la preparación de un fungicida compuesto de Cercobin y Busan 30

- **Trasplante y riego**

El trasplante se realizó por la mañana para evitar el estrés de la planta, la plántula se sembró a los 45 días de almácigo, se inició el trasplante abriendo con una estaca el sustrato haciendo un hueco de aproximadamente 1.5 cm de profundidad en donde se colocaron las plántulas; posteriormente se inició el sistema de riego en donde los primeros tres días se regó únicamente con agua potable de la toma del Instituto Tecnológico de Tehuacán, después de eso tres días se inicia el riego con macro y micronutrientes de 15, 30, 15 y 1400, de los cuales cada planta recibía 0.3grs de 15,30,15 y 0.2grs de 1400 esta cantidad de riego se realizó por 5 días pero no dio resultado puesto que la planta se estaba poniendo amarilla y se tubo que realizar un ajuste a 0.5 grs de 15,30,15 y 0.5 grs de 1400 dando un mejor resultado pues que las plantas se pusieron verdes, los cálculos se hicieron con un gasto de 1320ml por día de los cuales se realizan 8 riegos cada hora empezando de las 8 de la mañana a las 3 de la tarde, para mantener un poco más la humedad se riega agua con manguera una vez al día.

- **Poda de formación**

Esta práctica se realiza con el fin de mejorar las condiciones de cultivo en el invernadero y obtener plantas equilibradas, vigorosas, aireadas y para que los frutos no queden ocultos en el follaje y a la vez queden protegidos de la insolación. Esta actividad consiste en eliminar los tallos que brotan para guiar la planta a tres tallos puesto que son los que se van a manejar en el invernadero. Consideramos que la fecha de trasplante fue 25/02/12 y la primer fecha de corte 11/02/12 hasta el último corte 08/09/2012 considerando que la distribución de plantas es como se presenta en la tabla 1

Tabla 1. Arreglo de la plantación

No. de plantas totales	240
Densidad de plantación	3.8 plantas/m ²
Distribución de experimento	Al azar
No. De granulometrías	4
No de repeticiones por granulometría	5
Total de repeticiones	20
Plantas por repetición	12
No de líneas	10

Es importante considerar que se aplicó un programa Para poder llevar a cabo estas pruebas de hipótesis en MINITAB se introducen los datos arrojando la mejor granulometría para el chile morrón y dando un producto de alta calidad.

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos de los programas utilizados en cuanto a las características fisiológicas de la plántula podemos ver en la tabla 2 que las plantas que

obtuvieron mayor tamaño fueron las de 5mm, así mismo podemos observar que las plantas que tuvieron menor tamaño fueron las de la granulometría de 10.000mm.

Tabla 2 Resultados de las características fisiológicas de la plántula

Variable	2mm	3mm	5mm	10.000mm
Alto del tallo	25.1	26.32	24.77	23.73
Alto de la 1ra.birurcacion	29.47	32.03	29.97	27.38
Alto de la 2da,bifurcación	30.55	32.78	33.37	28.03
Ancho de la hoja	7.68	7.67	8.4	6.78
Largo de la hoja	12.65	11.05	11.2	10.67
Ancho del tallo	4.93	5.47	5.8	4.83
Cantidad de flores	1	1.67	13	1
Cantidad de botones	34.57	34.71	39.14	31.28
Cantidad de chile morrón	9.67	8	12	7.33

En cuanto a las cosechas los resultados obtenidos por medio de los programas utilizados de acuerdo a las estadísticas arrojadas nos indican que la granulometría de 2mm nos dan los mejores resultados en las condiciones de trabajo del invernadero del ITT como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3 Resultados de las cosechas en el cual muestra la granulometría que obtuvo mayor producción

Cosecha	Granulometría	Cantidad en kg	Mayor tamaño
1	3mm	10.568	Mediano
2	5mm	17.1	Grande
3	2mm	17.45	Mediano
4	3mm	16.65	Mediano
5	2mm	6,66	Mediano
6	2mm	4,69	Mediano
7	2mm	9.51	Mediano
8	2mm	13.17	Mediano
9	5mm	27.9	Chico

CONCLUSIÓN

Se concluye que esta investigación se clasifica en 2 etapas: número 1 el desarrollo de la plántula que tuvo una duración de 3 meses con 17 días y número 2 el de las cosechas que tuvo una duración de 3 meses con 7 días; donde se requería conocer en la etapa 1 el comportamiento de la granulometría en el chile morrón sympathy de toda la fisiología de la plántula y aplicando el sistema comparativo Anova en Minitab y Excel el mejor resultado arroja

la granulometría de 5mm; sin embargo durante la trayectoria de la cosecha se encontró que la granulometría 2mm es la que arroja los mejores resultados en cuanto a al rendimiento en la producción tomando en consideración que tiene mejor calidad y cantidad del producto.

Referencias

- Ansorena M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Grijalva, C. R. L.; Macías, D. R.; Robles, C. F. 2008. Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora.
- Bures, S. 1999. Sustratos. Ediciones Agrotecnicos. S.L. Madrid Douglas. C. Montgomery, Diseño y análisis de experimentos. Editorial Iberoamericana.
- C.E. Millar, L.M. Turk, H.D. Foth. Fundamentos de la ciencia del suelo. Editorial C.E.C.S.A. 5ta. Edición.
- L. Devere Burtón. Agrociencia y tecnología. Editorial Paraninfo. Edición Española.
- Luque, A. 1981. Physical and physicalchemicalpropierties of the volcanic materials used in hydroponics. ActaHorticulturae.
- Rodríguez, A. 2004. Formulación de soluciones nutritivas. Congreso Internacional de hidropinía 2004. Universidad Autónoma de Chihuahua, México
- Rojas M.G., Ramírez H. Control hormonal del desarrollo de las plantas, fisiología, experimentación. México D.F.
- Stainer, A. A. 1968. Soilless culture. Proccedings of the 6th Coloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J.; Vansickle, J. J. 2004b. Las importaciones de pimientos de color y la oportunidad para la producción de pimientos en invernadero.
- Marcelis, L. F. M.; Heuvelink, E.; Hofman-Eijer, L. R. B.; Bakker, J. D.; Xue, L. B. 2004. Flor y aborto de frutos en cultivos de pimientos en relación a la fuente y la fuerza del fregadero. Canadá (PMA, 2007; CBSA, 2010)
- Nus, J. L., and S. E. Brauen. 1991. Clinoptilolitic zeolite as an amendmenf for establishmentof creepingbentgrass on sandy media. Hortscience.
- www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Estudios de Mercado/Estudio_Ch
- www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp

CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE FÍSICA EXPERIMENTAL A MICROESCALA

Pablo Faustino Eduardo Valencia Cruz

Introducción

La utilización de los laboratorios virtuales a micro escala en la enseñanza de la Física experimental como recurso didáctico, permite mejorar el desarrollo de las competencias básicas

experimentales a los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Tehuacán que cursan las asignaturas de Física.

Para medir la efectividad de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (**TIC's**), se aplica un diseño experimental a un grupo control y otro experimental de una muestra seleccionada en forma aleatoria y probabilística, efectuando un análisis de contrastación de los resultados obtenidos entre los dos grupos del nivel de las competencias experimentales alcanzadas.

La utilización de las TIC's en la educación superior es una de las recomendaciones a llevar a cabo en la actualidad; la incursión de éstas en el ámbito educativo ha contribuido al mejoramiento de los procesos de enseñanza – aprendizaje, tanto en el nivel presencial como a distancia, mediante la incorporación comprensiva de los diferentes recursos que nos ofrecen estas nuevas tecnologías.

En la actualidad, la dinámica socioeconómica exige un profesional con unas competencias que le permitan desenvolverse exitosamente. Frente a este reto las Instituciones de educación superior deben emplear los recursos que les ofrecen las TIC's, propiciando un cambio en las formas de enseñanza tradicional.

Entre las herramientas de las TIC's se tienen las simulaciones de situaciones experimentales en Física (Laboratorios Virtuales en Física: **(LVF)**, que sirven de apoyo al desarrollo de competencias del método experimental, tanto en lo cognitivo, como en lo procedimental y social. (Mario, 2006).

Objetivo general

Crear un laboratorio experimental y virtual a microescala de Física general, que favorezca la adquisición de competencias.

Objetivos específicos

1. Contribuir a **disminuir los índices de reprobación** a los niveles propuestos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (**OCDE**).
2. Fomentar el **uso de las tecnologías de la información y la comunicación** en profesores y alumnos (Cultura tecnológica) con el uso del laboratorio experimental y virtual.
3. Contribuir a **desarrollar en profesores las competencias** relacionadas con el diseño educativo.
4. Contribuir a desarrollar en los jóvenes el hábito del **trabajo en equipos colaborativos** que favorezca la adquisición de competencias.
5. Ayudar a formar en los alumnos el **pensamiento científico** por medio de las experiencias adquiridas en el laboratorio.
6. Impulsar el desarrollo de **material didáctico tratado tecnológicamente**.
7. Propiciar la **popularización de la ciencia y la tecnología** existente en el instituto.

Marco teórico

Las TIC's han demostrado ser herramientas excelentes al ser empleadas por docentes para el desarrollo de diversas actividades que propician entornos de competencias de aprendizaje innovadores y creativos, mismos que contribuyen a mejorar los índices de aprobación en las instituciones donde se utilizan eficazmente. De esta forma el laboratorio de física experimental a micro escala apoyaría en los aspectos a considerar en el uso de las TIC's, obteniendo aún mejores resultados académicos.

En los países miembros de la OCDE este tipo de tecnologías se utilizan intensivamente y México no puede ser la excepción ni el Instituto Tecnológico de Tehuacán, ya que correría el riesgo de quedarse cada vez más atrasado en lugar de ir cerrando brecha.

Es importante considerar que la aplicación de las TIC's no es inmediata ya que se tiene que tomar en cuenta una serie de factores como (Tabla 1):

Tabla 1. Factores considerados para la aplicación de las TIC's

1. El costo	4. La capacitación
2. La falta de cultura tecnológica de los profesores	5. El mantenimiento
3. La instalación	6. La actualización

(Fuente: Elaboración propia basada en observaciones)

Instalar computadoras en las escuelas solamente resuelve parte del problema, ya que éstas están orientadas a la "alfabetización digital" y el objetivo es poder utilizarlas para la enseñanza de asignaturas de la Física en temas críticos fundamentales y controversiales y para esto se requiere de un proyecto con una visión más integral que contemple lo antes mencionado.

Por último, también se han tomado en cuenta los fundamentos del nuevo modelo educativo basado en competencias centrado en el aprendizaje significativo y el uso intensivo de las TIC's, favoreciendo el desarrollo de secuencias didácticas en entornos contextuales flexibles que personalizan y facilitan que el proceso deje de ser informativo y pase a ser formativo.

Índices de reprobación en los primeros semestres

Una consecuencia inmediata de la condición deficiente que presenta el estudiante de nuevo ingreso, se traduce en elevados índices de reprobación en las materias de Matemáticas 1, Estática, Dinámica, Electricidad y magnetismo y Química, que corresponden a las asignaturas que presentan los más elevados índices de reprobación y que se cursan en los tres primeros semestres.

Causas

Las causas de reprobación, entre otras, se han identificado por los maestros que conforman las academias de ciencias básicas, pueden ser imputables tanto al maestro como al alumno y hasta a la institución según se observa a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Causas de reprobación imputables al maestro, alumno e institución

CAUSA	DOCENTE	ALUMNO	INSTITUCIÓN
1. No se cumplen los objetivos de los programas de estudio previos	X	X	
2. Aceptación de estudiantes con bajo nivel académico.		X	X

3. Programas extensos.			X
4. Grupos numerosos.			X
5. Falta de motivación en el alumno	X	X	X
6. Insuficiencia de materiales didácticos.	X		X
7. Falta de desarrollo pedagógico en profesores.	X		X
8. Laboratorios y talleres con deficiencias.			X

(Fuente: Ponce, R. N. (1989). El rendimiento escolar en ciencias básicas y su mejoramiento A.)

Metodología

Se hace uso del método de inducción-deducción como instrumento para comprobar la hipótesis del proyecto.

Es un procedimiento de inferencia que se basa en la lógica para emitir su razonamiento; su principal aplicación se relaciona de un modo especial con las matemáticas puras. De esta forma se relaciona con la física experimental dentro del laboratorio a micro escala.

Características de la investigación experimental

- 1) **Reunión de sujetos en grupos equivalentes.** Ninguna de las diferencias de los resultados se deberá a las diferencias que pueda haber entre los sujetos del grupo inicialmente. El método más habitual es la asignación al azar.
- 2) **Necesidad de que haya dos grupos como mínimo para establecer comparaciones.** Por lo tanto, esta característica nos dice que no se puede llevar a cabo con un sólo grupo de sujetos y una única condición experimental. Este método implica comparar el efecto de una condición entre dos grupos o más.
- 3) **Manipulación de variables independientes.** El investigador decide los niveles que corresponderán a cada grupo de sujetos. La variable se manipula con diferentes niveles que asigna el investigador. Es muy importante que las asigne éste.
- 4) **La medición de variables dependientes.** Los fenómenos que serán valores pueden ser consignados con variables numéricas. Es imprescindible que la variable sea en forma numérica.
- 5) **Utilización de estadística inferencial.** Se toman decisiones en términos de probabilidad, lo que da lugar a poder realizar generalizaciones a partir de las muestras que se recojan.
- 6) **Control de variables extrañas.** Se utilizan estas variables, pero no influirán en la variable dependiente, aunque en algunas ocasiones ocurrirá de manera homogénea en todos los grupos.

Fases del experimento

Un experimento consiste en una situación simulada en la que se modifican voluntariamente las condiciones de una o diversas situaciones precedentes (variable independiente) para comprobar cómo afecta esta variable independiente otra situación consiguiente (variable dependiente) que se observa sistemáticamente.

Esta situación se plantea en diversas etapas:

Planteamiento del problema

Se plantea cuando no hay una explicación para un fenómeno o se tiene una laguna de conocimiento. Esto está relacionado con la variable dependiente, es decir, con la situación consiguiente. Son preguntas que se hace el investigador y que pueden ser resueltas mediante un experimento.

Formulación de la hipótesis

Son anticipaciones a un resultado posible. Esta anticipación es la hipótesis. Con la interacción del laboratorio de física experimental a micro escala se logran conseguir los mayores resultados positivos, ya que la forma de interactividad con los alumnos hace que se interesen por la clase, y si eso sucede hay mayor uso de las TIC's y así mismo reduce el índice de reprobación.

Diseño de la hipótesis

Esto es su organización formal, que incluye diversos procesos como, por ejemplo, la definición de las variables independientes. De igual forma las conclusiones a las que se desean llegar para que el laboratorio funciones para el bien de la comunidad estudiantil, y puedan adquirir de mejor forma los conocimientos que el profesor transmite al alumno.

Recolección y análisis de datos

Para recoger datos se pueden usar diferentes instrumentos y técnicas que pueden ser impresas (tests, instrucciones escritas, etc.) o aparatos complejos (temporizador). Podemos aplicar una encuesta para que por medio de ella, realicemos un análisis de si están de acuerdo con la creación del laboratorio de física y qué tanto les beneficia como alumnos en su rendimiento académico. Después para analizarlos se sigue un plan de análisis de datos, que debe haberse considerado previamente.

Presentación de conclusiones

Se especifica hasta qué punto y con qué limitaciones queda confirmada la hipótesis experimental, y también el posible grado de generalización con relación al proceso que se ha seguido y con la muestra con la que se ha trabajado.

Estudio de las variables

Las variables se pueden clasificar en:

Variable independiente

Es la que causa los cambios observados al término del experimento, en la variable dependiente. Es la variable que se puede manipular o que puede ser asignada por el investigador. (Paloma, 2009)

Variable dependiente

Es la que recoge los efectos producidos por la variable independiente. Está relacionada con el problema investigado.

Tanto la variable dependiente como la independiente están muy ligadas a la hipótesis del experimento, por lo que la variable independiente en un experimento puede ser dependiente en otro.

Variables extrañas

Son las que no son variables dependientes ni independientes.

Variable contaminante

Es aquella variable que, sin que el investigador quiera, añade sus efectos a los de la variable independiente falseando los resultados finales que se recogen de la variable dependiente. Para que pueda considerarse contaminante tiene que influir sistemáticamente sólo a algún grupo del experimento.

Variable controlada

Es aquella que se iguala entre los diferentes grupos que se forman en un experimento para evitar que influya de forma desigual.

Control de variables extrañas

Un aspecto fundamental a la hora de diseñar un experimento es asegurarse de que la variable independiente no se vea influida por variables extrañas. Se trata de igualar los grupos por lo que se refiere a la varianza secundaria. La varianza primaria es la debida a la variable independiente y la secundaria la debida a las variables extrañas, que se deben controlar.

Algunos de los métodos para controlar dichas variables extrañas son:

Aleatorización

Es el más importante y el más utilizado. Consiste en elegir aleatoriamente como su propio nombre indica (sujetos, condiciones, grupos...). Sirve para controlar variables desconocidas. Es aconsejable utilizar la aleatorización como procedimiento por defecto, es decir hacerlo sistemáticamente a la hora de elegir grupos, sujetos, condiciones experimentales, formar parejas y en cualquier situación del desarrollo de un experimento. (Paloma, 2009)

Mantenimiento constante de variables extrañas

Cuando es necesario controlar una variable supuestamente extraña, es aconsejable mantenerla a un nivel medio constante, de forma que las condiciones de la investigación se parezcan lo máximo posible a las reales.

Emparejamiento de los sujetos

Se utiliza cuando se sospecha que los grupos que se tienen que formar pueden diferir en alguna característica que pueda afectar a los resultados. Se trata de formar parejas que se asemejen en una característica o en la variable de emparejamiento que debe estar estrechamente relacionada con la variable dependiente.

Por ejemplo: En un estudio sobre el rendimiento académico podrían formarse parejas que compartan la misma dificultad de aprendizaje.

Además de estos métodos hay otros, como pueden ser: el bloqueo, el balanceo, el contrabalanceo, etc.

Limitaciones de la investigación de enfoque experimental:

Limitaciones de tipo ambiental

Este tipo de limitaciones están referidas a las situaciones ambientales como pueden ser las condiciones del ambiente, características de los sujetos que pueden afectar los resultados de la investigación.

Las variables que intervienen en este tipo de investigación y que difieren de unos contextos a otros son múltiples, lo cual hace que los resultados sean aplicables al ámbito estudiado, pero a veces son difíciles de generalizar a otros ámbitos. Las condiciones ambientales determinan el proceso de generalización y ponen límites al alcance de los resultados de la investigación.

Limitaciones en la medida

La medida presenta dificultades de observación y cuantificación, ya que las características de los humanos son más complejas que las naturales. El mundo interior de los sujetos, como por ejemplo sus motivaciones, son difíciles de medir, ya que no son observables directamente. Además, los instrumentos de recolección de datos, como los test, los cuestionarios, etc., no tienen la misma exactitud que los instrumentos utilizados en otras ciencias -como la precisión que puede ofrecer un microscopio- y esto hace que sea más difícil llegar a la realidad.

Limitaciones de tipo moral

Las investigaciones con seres humanos se consideran moralmente ilícitas. Estas limitaciones se refieren a los aspectos que influyen en las personas de modo perjudicial como sería en su desarrollo físico, emocional, íntimo, etc.; para que se consideren moralmente lícitas se deben respetar los derechos de las personas.

Limitaciones derivadas del objeto

El problema que se plantea es si la investigación debe ocuparse sólo de la realidad observable y cuantificable o también de lo no observable, como son las creencias, motivaciones, intenciones... El neopositivismo considera las ciencias experimentales como ciencias positivas y la fiabilidad de las ciencias positivas no es suficiente ni se puede extender a toda la realidad. Muchos problemas humanos no se pueden resolver desde el positivismo, son problemas que afectan a las personas desde lo más profundo. El positivismo puede ser fiable sólo cuando se estudian aspectos de la realidad que son materiales. La ciencia nos ayuda a resolver algunos problemas pero a veces no tiene respuesta. (Paloma, 2009)

Diseños más corrientes de enfoque experimental en investigación educativa

A continuación se presentan las fuentes que pueden invalidar internamente un diseño, es decir, su rigurosidad. Los diseños también tienen validez externa, que se refiere a su poder de generalización:

Historia

Los acontecimientos no previstos que surgen durante la investigación y que influyen en el resultado.

Selección

Diferencias entre los sujetos de los grupos de la investigación, debidas a su composición.

Regresión estadística

Es la tendencia que tienen los valores extremos a regresar a los valores medios. Si en el pretest se dan valores extremadamente altos o bajos, en el posttest se producirá una regresión a los valores medios.

Testing

Si se aplica a los sujetos de la investigación un test previamente, se producen resultados superiores.

Instrumentación

Diferencias de resultados entre el pretest y el posttest debido a que los instrumentos u observadores utilizados no son fiables.

Difusión del tratamiento

Cuando los sujetos de un grupo aprenden algo sobre el tratamiento o las condiciones de otro grupo, debido a la difusión informativa.

Influencia del experimentador

Se da cuando el investigador produce efectos en las respuestas de los sujetos.

Condiciones estadísticas

Se produce cuando se incumplen las condiciones para seleccionar o aplicar la prueba estadística.

Mortalidad

Cuando se pierden de forma sistemática los sujetos del grupo de control de una investigación.

Maduración

Cuando se producen efectos que no se deben a la aplicación del programa sino a la maduración de los objetos.

Para presentar los diseños se utiliza el sistema de representación universal, parecida a la notación de Cook y Campbell (1979) y Campbell y Stanley (1963)

R= Aleatorización, azar **O**= pretest o posttest **X**=Tratamiento

Su representación servirá para analizar las posibilidades y las limitaciones de cada tipo de diseño.

Diseños pre experimentales

Les faltan dos o más de las características propias de las investigaciones experimentales, por lo que algunas características de su validez interna son demasiado débiles y los resultados son difíciles de interpretar. Por esto, no pueden hacer inferencias causales y se usan para aportar ideas que sean probadas por otros diseños más sistemáticos.

Diseños propiamente experimentales

Incluyen procedimientos para sacar las diferencias intersujetos por medio de la formación de grupos al azar y la manipulación de la variable de tratamiento (independiente).(Paloma, 2009)

Calendarización:

Para llevar a cabo la creación del laboratorio de física experimental a micro escala es necesario tomar en cuenta el tiempo que se empleará para cada una de las actividades para cumplir con el objetivo en tiempo y forma (Tabla 3).

Tabla 3. Calendarización de las actividades para llevar a cabo la creación del laboratorio de física experimental a micro escala.

Actividad	Mes	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aplicar instrumentos de evaluación sin prácticas de laboratorio								
Cotización de equipo ante: CTR SCIENTIFIC Sucursal Puebla Importadora De Equipos		7-30						
Compra de equipo a: CTR SCIENTIFIC Sucursal Puebla Importadora De Equipos			3-8					
Acondicionar las instalaciones del laboratorio				5-30				
Realizar pruebas de arranque					3-28	8-30		
Realizar prácticas con alumnos							5-29	
Aplicar instrumentos de evaluación con prácticas de laboratorio								
Conclusiones y resultados								3-14

(Fuente: Elaboración propia basada en requisitos de la creación del laboratorio de física experimental a micro escala.)

Resumen

La labor educativa en el área de la física, por su nivel de abstracción y complejidad se enfrenta en la actualidad a modelos de enseñanza y aprendizaje tradicionales, aplicados durante años, el cual transmite el conocimiento bajo la perspectiva de la “memorística y repetitiva”, utilizando para ello las exposiciones magistrales del profesor, con el apoyo de recursos textuales y no tangibles que bloquean en el estudiante y en el docente el proceso de investigación y exploración, habilidades estas, que desarrolladas en los participantes de la labor educativa mejorarían los estándares académicos, moverían las fronteras del conocimientos e impactarían positivamente en desarrollo del país y de la física como ciencia.

Cambiar el modelo de enseñanza “memorística y repetitiva”, exige el reconocimiento y la aplicación, por parte del docente y el alumno, de las teorías pedagógicas actuales, que propugnan por el uso didáctico de herramientas físicas, que le faciliten al estudiante la evaluación, exploración y la comprensión de los fenómenos físicos, actividad ésta, que implica la interacción del estudiante con el conocimiento.

Dada la necesidad del sector educativo de elaborar herramientas didácticas para la enseñanza de la física para la educación superior tecnológica, se propone la construcción y uso del Laboratorio Virtual de Física LVF , el cual consta de un programa de computador que permitirá al usuario visualizar y simular algunos de los fenómenos físicos, y así mismo una guía que contiene el fundamento teórico, procedimiento y análisis de datos, basada en los objetivos generales de la educación superior tecnológica. Por lo tanto, se pretende con este método de enseñanza – aprendizaje que estudiantes y profesores ingresen a la investigación experimental.

Bibliografía

- (s.f.). En B. M. Elsa, M. T. Carranza, & E. R. Varela, *El modelo de deserción de Tinto como base para la planeación institucional*. Nuevo León.
- Mario, D. M. (2006). En *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. (pág. 19). Ediciones de la Univesidad de Oviedo.
- Paloma, A. (2009). En B. A. Palomino, A. Berzosa, N. G. Muñoz, & M. o. Morales, *Investigación experimental. Métodos de la investigación educativa* (pág. 4). México.
- Ponce, R. N. (1989). EL RENDIMIENTO ESCOLAR EN CIENCIAS BASICAS Y SU MEJORAMIENTO A. (1997). En H. Sampieri, Roberto, C. F. Collado, & P. B. Lucio, *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.

Diseño de un sistema integral automatizado de bombeo, para detección de variables físicas.

*María de Jesús Oregán Silva¹
Ramón Matías López²
Iván Carrera Méndez³
Juan Carlos Vásquez Jiménez⁴
Serafín Reyes García⁵*

Resumen

La carrera de Ingeniería Mecatrónica es una disciplina que une la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de control e ingeniería informática la cual sirve para diseñar y desarrollar productos que involucren sistemas de control para el diseño de productos o procesos inteligentes, lo cual busca crear maquinaria más compleja para facilitar las actividades del ser humano a través de procesos electrónicos en la industria mecánica principalmente. Debido a que combina varias ingenierías en una sola su punto fuerte es la versatilidad.

Por lo tanto, el docente con el fin de detectar los conocimientos adquiridos por el alumno propone estrategias para el diseño de equipos que faciliten el desarrollo de habilidades cognitivas y prácticas para que desarrollen un sistema integral automatizado de bombeo para la detección de variables físicas que apliquen en cualquier asignatura de la física, como son: fundamentos de termodinámica, análisis de fluidos, termodinámica, transferencia de calor, etc.

1M.E. María de Jesús Oregán Silva, Asignada al Depto. de Metal – Mecánica, I.T. Tehuacán, Tel: maoregansilva@hotmail.com

2M.E. Ramón Matías López, Asignado al Depto. de Sistemas Computacionales, I.T. Tehuacán, rmatiaslopez@hotmail.com

3Iván Carrera Méndez, Estudiante Ing. Electromecánica del , I.T. Tehuacán, trols_1@hotmail.com

4M.C. Juan Carlos Vásquez Jiménez, Asignado al Depto. de Metal – Mecánica, I.T. Tehuacán, jcvazquezj@hotmail.com

5Ing. Serafín Reyes García, Asignado al Depto. de Metal – Mecánica, I.T. Tehuacán , sreyes110@hotmail.com

Este sistema lo pueden desarrollar los mismos alumnos que cursen la asignatura de análisis de fluidos, con la finalidad de resolver problemas reales en el sector educativo como laboral.

Además que son los principios básicos y prácticos para entrar al mundo de la industria enfocada a la automatización, ya que en la actualidad el llenado de cualquier líquido en las industrias y en los hogares se han hecho indispensable, es por eso que se han implementado diversos sistemas que faciliten el llenado de tanques que almacenen agua y es de suma importancia tanto para la ecología en el ahorro de la luz, agua y tiempo que podrían ser utilizados para otras actividades sobre todo a nivel industrial.

El control del llenado automático de tanques que almacenen agua se lleva a cabo por medio de sensores que manden información de paro o arranque a la bomba a través de un contactor.

Palabras clave: diseño, tecnología, variables, física.

Introducción

La Ingeniería Mecatrónica nace para suplir tres necesidades latentes; la primera, encaminada a automatizar la maquinaria y lograr así procesos productivos ágiles y confiables; la segunda crear productos inteligentes, que respondan a las necesidades del mundo moderno; y la tercera, armonizar entre los componentes mecánicos y electrónicos de las máquinas, ya que en muchas ocasiones, era casi imposible lograr que tanto mecánica como electrónica manejaran los mismos términos y procesos para hacer o reparar equipos.

El ingeniero en Mecatrónica es un profesional con amplio conocimiento práctico y multidisciplinario capaz de integrar y desarrollar sistemas automatizados que involucren tecnologías de varios campos de la ingeniería. Este especialista entiende sobre el funcionamiento de los componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y computacionales de los procesos industriales; y que tiene como referencia el desarrollo sostenible.

Tiene la capacidad de seleccionar los mejores métodos y tecnologías para diseñar y desarrollar de forma integral un producto o proceso, haciéndolo más compacto, de menor costo, con valor agregado en su funcionalidad, calidad y desempeño. Su enfoque principal es la automatización industrial, la innovación en el diseño y la construcción de dispositivos y máquinas inteligentes. Como Ingeniero Mecatrónico se capacita para:

Diseñar, construir e implementar productos y sistemas mecatrónicos para satisfacer necesidades emergentes, bajo el compromiso ético de su impacto económico, social, ambiental y político.

Generar soluciones basadas en la creatividad, innovación y mejora continua de sistemas de control y automatización de procesos industriales.

Apoyar a la competitividad de las empresas a través de la automatización de procesos.

Evaluar, seleccionar e integrar dispositivos y máquinas mecatrónicas, tales como robots, tornos de control numérico, controladores lógicos programables, computadoras industriales, entre otros, para el mejoramiento de procesos industriales de manufactura.

Dirigir equipos de trabajo multidisciplinario.

Cuando el alumno de la carrera de ingeniería mecatrónica a alcanzado el nivel de conocimientos de su carrera, entonces se requiere identificar de las habilidades tanto cognitivas como prácticas para que diseñe o desarrolle equipos útiles para que los alumnos de las asignaturas básicas tales como: Análisis de fluidos, Fundamentos de termodinámica, Termodinámica, Transferencia de calor, etc., Puedan aplicar sus conocimientos en el manejo de equipos didácticos como es el caso del sistema integrado de bombeo de agua en forma automatizada para detectar variables físicas, tales como: la temperatura, el tiempo de llenado, el caudal; además que permite el llenado automático del agua a los tanques, detecta el nivel de llenado de agua en los tanques, regula la corriente.

Desarrollo de trabajo

Planteamiento del problema

La carrera de ingeniería Mecatrónica en su retícula marca las asignaturas en un 90%, que sean teóricas y prácticas, por lo que es necesario que el laboratorio cuente con equipo para el desarrollo de prácticas, por tal motivo las asignaturas de: fundamentos de termodinámica y análisis de fluidos, las cuales se enfocan al área de la física, y además que se encuentran muy relacionadas en cuanto a algunos temas, por lo que es necesario que se refuercen con el desarrollo de prácticas, permitiendo fortalecer al educando durante su formación profesional.

Por lo que además de realizar prácticas en el equipo integral de bombeo, también permite que demuestre sus habilidades en el manejo del diseño de los equipos didácticos.

Objetivo General: Desarrollar un sistema integral automatizado de bombeo para redes hidráulicas considerando: el diseño, la planeación y la simulación detectando variables físicas para un mejor control del sistema.

Objetivos Específicos

- Analizar el sistema de bombeo para detectar las necesidades.
- Análisis bibliográfico del estado del arte
- Detectar necesidades para el desarrollo del sistema
- Planear las estrategias para desarrollar el proyecto
- Diseñar el sistema integral de bombeo
- Estructurar la tarjeta de circuito impreso
- Realizar el programa de operación del sistema
- Programar el sistema equipo de bombeo
- Integrar las partes del sistema
- Realizar pruebas de operación del sistema
- Elaborar manual de operación

Marco teórico

Automatización

Cuando un proceso de automatización se realiza sin la intervención humana decimos que se trata de un proceso automatizado. La automatización permite la eliminación —total o parcial de la intervención del hombre. Los automatismos son dispositivos de realizar tareas sin la intervención humana. Algunas máquinas como las lavadoras tienen programadores y las ordenes que proporcionan se llaman programas.

Tipos de automatizado.

- Eléctricos: son aquellos que funcionan mediante corriente eléctrica.
- Hidráulicas: son aquellos que se transmiten a través de líquidos cuando son presionados.
- Neumáticos: son aquellos que funcionan mediante la fuerza de aire comprimido.

Generalmente la mayoría de las máquinas automáticas utilizan combinaciones de mecanismos. Así pues existen automatismos electro neumáticos, automatismos electrohidráulicos e hidroneumáticos.

Automatización a pequeña escala.

Automatización de proceso: es la automatización en la cual intervienen diferentes máquinas para obtener un fin, por ejemplo un proceso de envasado. (*Automatización Industrial, 2012*)

Sistemas de automatismos programables: Representan el grado más elevado de la automatización y en ellos intervienen equipos informáticos y robotizados.

Ventajas de la automatización.

Reduce los gastos de mano de obra directos en un porcentaje más o menos alto según el grado de automatización.

Puesto que los productos son más competitivos, aumentan los beneficios, es decir si reducimos costes se puede fabricar más barato y por lo tanto aumentar las ventas.

Aumenta la capacidad de producción de la instalación utilizando las mismas máquinas y los trabajadores.

Aumenta la calidad de producción ya que las máquinas automáticas son más precisas.

Mejora el control de la producción ya que pueden introducir sistemas automáticos de verificación.

Permite programar la producción.

A media y a largo plazo, y gracias a la constancia y a la uniformidad de la producción se garantizan plazos de entrega más fiables.

Se reduce las incidencias laborales puesto que las máquinas automáticas realizan todo tipo de trabajos perjudiciales para el hombre.

Estructura del funcionamiento.

En el funcionamiento de los automatismos se distinguen tres fases:

Entrada de datos u órdenes.

Control de los datos.

Realización de tareas concretas.

Una serie de dispositivos o periféricos de entrada envían señales a la unidad de control de procesos y esta pone en marcha y controla los dispositivos o periféricos de salida, los cuales realizan tareas concretas.

Periféricos de entrada——CPU——PERIFERICOS DE SALIDA. (*Automatización, 1998*)

El microprocesador(o simplemente procesador) es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de un computador. Es un circuito integrado conformado por millones de componentes electrónicos. Constituye la unidad central de procesamiento (CPU) de un PC catalogado como microcomputador.

Es el encargado de ejecutar los programas; desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario; sólo ejecuta instrucciones programadas en lenguaje de bajo nivel, realizando operaciones aritméticas y lógicas simples, tales como sumar, restar, multiplicar, dividir, las lógicas y accesos a memoria.

Esta unidad central de procesamiento está constituida, esencialmente, por registros, una unidad de control, una unidad aritmético lógica (ALU) y una unidad de cálculo en coma flotante (conocida antiguamente como co-procesador matemático).

El microprocesador está conectado generalmente mediante un zócalo específico a la placa base de la computadora; normalmente para su correcto y estable funcionamiento, se le adosa un sistema de refrigeración, que consta de un disipador de calor fabricado en algún material de alta conductividad térmica, como cobre o aluminio, y de uno o más ventiladores que remueven el exceso del calor absorbido por el disipador; entre éste último y la cápsula del microprocesador suele colocarse pasta térmica para mejorar la conductividad térmica. Existen otros métodos más eficaces, como la refrigeración líquida o el uso de células peltier para refrigeración extrema, aunque estas técnicas se utilizan casi exclusivamente para aplicaciones especiales, tales como en las prácticas de overclocking. (Microprocesador, 2013)

Display

Llamado visualizador, display en inglés, a un dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario de manera visual. Un visualizador de una señal de video se lo llama más comúnmente pantalla; los dos ejemplos más comunes son el televisor y el Monitor de computadora. Un visualizador es un tipo de dispositivo de salida.

Los primeros visualizadores, similares a los de los ascensores, se construían con lámparas que iluminaban las leyendas. Un ejemplo son los ascensores, que para cada piso existía una luz detrás de una silueta con forma de número.

A partir de la aparición de calculadoras, cajas registradoras e instrumentos de medida electrónicos que muestran distintas informaciones, ya se puede hablar con propiedad de visualizadores. Un tubo Nixie es semejante a una lámpara de neón pero con varios ánodos que tienen la forma de los símbolos que se quiere representar.

Potenciómetro

El potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable, de esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.

Normalmente, los potenciómetros se utilizan en circuitos de poca corriente. Para circuitos de corrientes mayores, se utilizan los reóstatos, que pueden disipar más potencia. (Potenciómetro, 2013)

Resistencia Eléctrica

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente. Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual a la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω). Para su medición en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro. Además, su cantidad recíproca es la conductancia, medida en Siemens. (Resistencia eléctrica, 2013)

Diodo

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo. (Diodo, 2013)

Capacitores

Se llama capacitor a un dispositivo que almacena carga eléctrica. El capacitor está formado por dos conductores próximos uno a otro, separados por un aislante, de tal modo que puedan estar cargados con el mismo valor, pero con signos contrarios.

Los capacitores pueden conducir corriente continua durante sólo un instante (por lo cual podemos decir que los capacitores, para las señales continuas, es como un cortocircuito), aunque funcionan bien como conductores en circuitos de corriente alterna. Es por esta propiedad lo convierte en dispositivos muy útiles cuando se debe impedir que la corriente continua entre a determinada parte de un circuito eléctrico, pero si queremos que pase la alterna.

Los capacitores se utilizan junto con las bobinas, formando circuitos en resonancia, en las radios y otros equipos electrónicos. Además, en los tendidos eléctricos se utilizan grandes capacitores para producir resonancia eléctrica en el cable y permitir la transmisión de más potencia.

Además son utilizados en: Ventiladores, motores de Aire Acondicionado, en Iluminación, Refrigeración, Compresores, Bombas de Agua y Motores de Corriente Alterna, por la propiedad antes explicada.

Los capacitores se fabrican en gran variedad de formas y se pueden mandar a hacer de acuerdo a las necesidades de cada uno. El aire, la mica, la cerámica, el papel, el aceite y el vacío se usan como dieléctricos, según la utilidad que se pretenda dar al dispositivo. Pueden estar encapsulados en baquelita con válvula de seguridad, sellados, resistentes a la humedad, polvo, aceite; con terminales para conector hembra y/o soldadura. También existen los capacitores de Marcha o Mantenimiento los cuales están encapsulados en metal. Generalmente, todos los Capacitores son secos, esto quiere decir que son fabricados con cintas de plástico metalizado, autoregenerativos, encapsulados en plástico para mejor aislamiento eléctrico, de alta estabilidad térmica y resistente a la humedad.

Clasificación de Capacitores

- Capacitores fijos
- Capacitores cerámicos
- Capacitores de plástico
- Capacitores de mica
- Capacitores electrolíticos
- Capacitores de doble capa eléctrica

Control de automatismos.

Los dispositivos de control de automatismos reciben las señales que proporcionan los periféricos de entrada y en función de estas señales utilizan los periféricos de salida o actuadores. Los controles pueden ser manuales, automáticos, programables e informatizados.

Periféricos de salida.

Los periféricos de salida o actuadores de un automatismo son dispositivos que realizan las funciones y tareas concretas cuando se reciben del sistema de control.

Actuadores mecánicos: son dispositivos que utilizan energía mecánica para su funcionamiento. En función de la fuente de energía utilizada pueden ser neumáticos o hidráulicos.

Actuadores neumáticos: funcionan mediante la energía mecánica que les proporcionan el aire comprimido. Los actuadores neumáticos se utilizan para transmitir pequeños esfuerzos a altas velocidades.

Microcontroladores

Los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bits) porque sustituirá a un autómata finito. En cambio, un reproductor de música y/o vídeo digital (MP3 o MP4) requerirá de un procesador de 32 bits o de 64 bits y de uno o más códecs de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bits, al igual que el sistema de controlelectrónico del motor en un automóvil.

LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. La salida es lineal y cada grado centígrado equivale a 10mV, por lo tanto:

$$150^{\circ}\text{C} = 1500\text{mV}$$

$$-40^{\circ}\text{C} = -400\text{mV}$$

Sus características más relevantes son:

- Esta calibrado directamente en grados Celsius.
- La tensión de salida es proporcional a la temperatura.
- Tiene una precisión garantizada de 0.5°C a 25°C.
- Opera entre 4 y 30 volts de alimentación.
- Baja impedancia de salida.
- Baja corriente de alimentación (60uA).
- Bajo costo.
- Destacables

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente.

Relevadores

Se cierran; al cierre de a+ fluye una corriente por el devanado del relevador 1, el cual cierra sus contactos y suministra corriente al solenoide C que se extiende...

El **LM317** es un regulador de tensión ajustable de tres terminales, capaz de suministrar en condiciones normales 1.5 A, en un rango de entre 1,2 hasta 37Voltios. Es uno de los primeros reguladores ajustables de la historia; el primero que salió fue el LM117, y más tarde el LM137 el cual tenía una salida negativa; después le siguió el LM317 siendo notablemente popular.

Fuente con LM317

Típica fuente de alimentación con el LM317.

Con el propósito de optimizar el funcionamiento del regulador se pueden incorporar al diseño algunos elementos adicionales:

Se pone un condensador C1 de 220 o 4.700 μ F en la patilla de entrada (IN) si el regulador se encuentra alejado del bloque que se encarga de la rectificación. Seguido de este se coloca un condensador cerámico de 100 nF con propósito de mejorar el rechazo del rizado.

Se pone un condensador C3 de 1 μ F de tantalio o 220 μ F electrolítico en la patilla de salida (OUT) con el propósito de mejorar la respuesta a transitorios.

Para tener control de la tensión que va a entregar el regulador, se pone un potenciómetro de 5 kilo ohmios entre masa, y la patilla de ajuste del regulador.

Se pone un resistor de aproximadamente 240 ohmios en paralelo entre la patilla de ajuste y salida del regulador.

Protecciones (opcionales)

Se pone un diodo D1 (1N4001) en la patilla de entrada el cátodo y la salida con el ánodo, para proteger el regulador contra posibles cortos circuitos en la entrada del regulador.

Se pone un diodo D2 (1N4001) para proteger al regulador contra posibles cortos circuitos en la salida al dar camino a la descarga de los condensadores. (Fuente LM317, 2013)

Metodología

Se analizó el sistema de bombeo para identificar cómo está constituido y además detectar las variantes físicas que se pueden obtener, para que el alumno las identifique y pueda resolver problemas reales en clase.

Se detectaron necesidades para el desarrollo del sistema. Identificar las variantes que se quieren implementar en el desarrollo de los sistemas, tales como la temperatura, el tiempo de llenado para calcular su flujo másico, el caudal.

Se planearon las estrategias para desarrollar el proyecto. Saber en forma ordenada lo que va a realizar el sistema integral de bombeo y que esté automatizada.

Por lo que fue necesario considerar lo siguiente:

- Que el sistema detecte variables físicas para que el alumno pueda realizar operaciones
- Que el equipo tenga un llenado automático
- Que detecte el llenado de los niveles de agua
- Que detecte el control de velocidad de la bomba de agua
- Que tenga el control del nivel del tanque, ya que en esta parte se pretende que el tanque de agua que se encuentra en la parte superior, tenga dos posiciones para que

identifique variables, y el alumno pueda sacar conclusiones de los resultados de sus problemas.

- Que detecte el tiempo de llenado.

Se diseñó el sistema integral de bombeo, el cual contará con dos niveles de altura para que el agua cuando suba arroje diferentes valores y el alumno los pueda apreciar. Para esto se utilizará una bomba con la capacidad para 1200 litros/ ser.

Se estructuró la tarjeta de circuito impreso, que contenga los componentes necesarios tales como: microcontroladores, resistencias, diodos, LCD, sensor de temperatura, potenciómetros, transistores, interruptor de arranque, interruptor de un polo, triack, capacitores, etc.

Se realizó el programa de operación del sistema, para conjuntar la operación de los dispositivos que contiene la placa para circuito impreso, y el sistema realice las operaciones.

Se procedió a programar el sistema equipo de bombeo, para realizar la simulación del sistema integral de bombeo.

Se integraron las partes del sistema y además instalaron los sensores de temperatura.

Se realizaron pruebas de operación del sistema, checando que opere adecuadamente, esto es que detecte las variables físicas del sistema.

Se elaboró un manual de operación, indicando su funcionamiento y diseño del equipo para que los alumnos realicen prácticas y puedan realizar el proyecto en equipo, para que adquieran las habilidades en el manejo de la electricidad, electrónica, digital, y mecánica. Así como también se realizaron operaciones de la física aplicando las asignaturas de: fundamento de termodinámica, térmica, transferencia de calor, análisis de fluidos e hidráulica.

Resultados

Los productos intangibles son: un sistema integral automatizado de bombeo para la detección de variables físicas. Este equipo puede ser utilizado en las asignaturas como: Fundamentos de termodinámica en el manejo de bombas, las cuales son utilizadas en el manejo de unidad dos, tres y cuatro, las cuales tratan de las leyes de la termodinámica, procesos y ciclos termodinámicos, calculando el trabajo que generan las bombas, las cuales están contempladas también en los procesos reversibles e irreversibles, así como en los ciclos termodinámicos.

También se podrá utilizar el sistema en los fluidos compresibles, en la simulación del diseño de redes de tuberías, y por consiguiente en el cálculo básico de redes de tuberías, ya que el sistema de tuberías que contiene el equipo en el manejo de las variables físicas, ya que tiene que ver con el caudal el cual se tendrá a varias alturas para lograr además diferentes valores de presión.

Se contará con un manual de operación, y el diseño de prácticas, para que el alumno y docente se quien en el manejo de valores físicos que maneje en el aula.

Conclusiones

En cuanto al desarrollo del —sistema integral automatizado de bombeo para la detección de variables físicas— permite que el alumno aplique los conocimientos de la automatización

permitiéndole una visión más amplia de lo que puede ayudar esto a una empresa. Permitiendo mecanizar el proceso en las actividades industriales con la finalidad de reducir la mano de obra y simplificar el proceso en forma automatizada, indicando un proceso más rápido y eficiente. También permite al alumno la habilidad del diseño, la planeación en proyectos aplicados.

El equipo integral automatizado de bombeo, permitirá al estudiante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, experimentar el manejo de las variables físicas, tales como: velocidad, temperatura, caudal, tiempo, logrando obtener valores que permitan la aplicación de fórmulas para el cálculo de la: Energía Cinética, Energía potencial, etc. Utilizando agua como materia prima, la cual estará reutilizándose.

Referencias

Automatización. (1998). Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de http://html.rincondelvago.com/automatizacion_3.html

Diodo. (10. de Octubre de 2013). Recuperado el 2 de Octubre de 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo>

Fuente LM317. (13 de Septiembre de 2013). Recuperado el 10. de Octubre de 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/LM317>

Microprocesador. (4 de Octubre de 2013). Recuperado el 5 de Octubre de 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesador>

Potenciómetro. (28 de Septiembre de 2013). Recuperado el 28 de Septiembre de 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro>

Resistencia eléctrica. (4 de Octubre de 2013). Recuperado el 4 de Octubre de 2013, de http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica

ESCALAS DIGITALES APLICADAS A TORNO DE EJES PARALELOS CONVENCIONAL

M. C. Ramiro Méndez Gómez⁶
M. C. Héctor Santos Alvarado⁷
Ing. Serafín Reyes García⁸
M. C. Juan Carlos Vázquez Jiménez⁹
John Pacheco García¹⁰

Resumen

La conversión del torno de ejes paralelos convencional a torno con escalas digital es una alternativa factible y viable, ya que con una pequeña inversión se puede efectuar, realizando los siguientes pasos: 1) diseño del proyecto, 2) investigación de mercado de los equipos requeridos, 3) simular la operatividad, 4) diseño del soportes y de guardas de protección, 5) instalación de los equipos y elementos, 6) pruebas de operación adecuadas al nuevo torno con escalas digitales. Los beneficios obtenidos son: a) mayor precisión dimensional en el maquinado de piezas, b) se elimina imprecisiones por juego de la máquina, c) aumenta la productividad, d) mayor facilidad en la operación. Cuando la conversión se realiza con la participación de alumnos, aumenta su motivación al aprender a realizar proyectos, a resolver los problemas que se les presentan, también *aprenden una actividad de autoempleo*. Y la institución obtiene una máquina de segunda generación.

Palabras clave — ESCALAS DIGITALES APLICADAS A

Introducción

La implementación de distintas tecnologías en las máquinas, con el fin de hacer más eficientes los procesos y así poder atender con mayor rapidez las necesidades de producción; deriva en el hecho de que, con la intervención de estas tecnologías se puede disminuir tiempo, aumentar precisión y por tanto mayor calidad de la producción.

En la actualidad, la implementación de escalas digitales se ha ido incrementando, de manera que, ahora se presenta, como una herramienta indispensable en la operación de tornos convencionales. Los tornos convencionales marca Harrison modelo 15 como los que existen en el Laboratorio de Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, cuentan con

⁶ Ramiro Méndez Gómez es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, Méx. mendezgr@yahoo.com.mx

⁷ Héctor Santos Alvarado es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, Méx. Cel. (238) 101-77-06 hsalvarado@hotmail.com

⁸ Serafín Reyes García es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, Méx. Cel. (238) 104-68-69 sreyes110@hotmail.com

⁹ Juan Carlos Vázquez Jiménez es Profesor de Ingeniería Mecatrónica y de la maestría de en Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, Méx. jcvazquezj@hotmail.com

¹⁰ John Pacheco García es alumno de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla Méx; Cel (249) 110-52-68 pacheko_ig@hotmail.com

graduación analógica en el tambor transversal, y su precisión es de 0,02 mm y de 0,01 mm en el tambor del carro longitudinal. El sistema de Escalas Digitalesⁱ y Contador KAⁱⁱ (monitor o *display*) permite cuantificar el movimiento de los carros al maquinarse piezas, con mayor precisión de la que se puede obtener con el equipo convencional.

El operar una máquina convencional, aparentemente resulta ser más fácil que operar una con escalas digitales, sin embargo las primeras, requieren de operarios más capacitados y experiencia para fabricar piezas con gran exactitud, pero con el uso de Escalas Digitales y del Contador K este requerimiento disminuye considerablemente.

Es por ello que, el proyecto de implementar el Sistema de Escalas Digitales y del Contador K, está enfocado en la formación académica y profesional de los alumnos del área de la Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, quienes serán los beneficiados, al existir continuidad en la enseñanza de la operación del torno convencional, de un torno con Escalas Digitalesⁱⁱⁱ, y continuar su formación con el Sistema CNC. Con el fin de que cuenten con las bases de cómo se debe operar una máquina de cada tipo e ir con la evolución que la tecnología va desarrollando día a día, y sí el alumno llega a trabajar en una empresa que cuente con estos tipos de máquinas, esté capacitado para operarlas y con ello poder dar un plus en su formación profesional.

Problema a resolver

En la materia de Procesos de Fabricación, se utilizan los tornos de ejes paralelos para realizar prácticas de maquinados y en la materia de Manufactura Avanzada se realizan en torno CNC. Del análisis de los contenidos por materia se deduce que existen vacíos conceptuales y procedimentales entre ambos programas, por lo que el alumno presenta dificultad en la comprensión de los conceptos ***cero máquina y cero pieza, y el objetivo es resolver este problema.***

Objetivo general

Implementar un Sistema de Escalas Digitales a un torno de ejes paralelos convencional, que permita el aprovechamiento de las ventajas que ofrece el uso de las tecnologías actuales con las que se cuentan en el campo de la Mecatrónica; que sea sencillo de operar y que permita obtener mayor precisión y la comprensión de los conceptos mencionados.

Objetivos específicos

- Elaborar un diseño inicial que cumpla con los requerimientos de mayor precisión, y más fácil operación.
- Elaborar una relación de materiales requeridos y sus especificaciones.
- Realizar simulación en solid-work a fin de que se compruebe la operatividad del diseño.
- Localizar y relacionar los posibles proveedores, que permita seleccionar la mejor opción en cuanto a especificaciones y costo.
- Diseñar y fabricar el brazo soporte para la consola del contador K de tal forma que cumplan con su función y permitan el mejor ángulo visual al operario.

- Instalar las Escalas Digitales, del brazo soporte y del Contador K de forma que sean lo más sencillo posible, para que los alumnos responsables del proyecto lo puedan instalar sin mayor dificultad.
- Que operar el torno con las Escalas Digitales y el contador K, resulte para los alumnos que cursan la materia de Procesos de Fabricación más fácil en comparación con el torno convencional.
- Elaborar un manual de operación del equipo en forma segura para el operario y la máquina.
- Elaborar manual de mantenimiento que permita conocer la manera precisa de aplicar el mantenimiento preventivo a la escalas digitales y contador K.
- Elaborar manual de prácticas.

Justificación

Como ya se mencionó, los alumnos de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica, manifiestan dificultades con la comprensión y el dominio de los conceptos **cero máquina y cero pieza** cuando ponen en práctica estos tópicos en la materia de Manufactura Avanzada, así mismo tienen muchas dificultades para alcanzar la precisión requerida en sus piezas, al momento de maquinarlas en el torno convencional.

También ya se señaló que con la implementación de Escalas y del Contador K, se puede visualizar los desplazamientos desde un punto X de referencia y a partir de ello comprender con facilidad los mencionados conceptos, amén de que con las escalas instaladas los juegos que tienen los carros ya no afectan, dado que el control digital sólo registra el desplazamiento del carro sin importar el avance que se le haya dado al carro mediante el tambor del mismo, también es conveniente señalar que con el uso del control K se facilita las lecturas de los desplazamientos y por lo tanto la operación de l torno.

Cabe aclarar que el torno convencional con graduación analógica en el tambor transversal cuenta con una precisión de 0,02 mm y de 0,01 mm en el tambor del carro longitudinal. Lo que hace que la precisión sea limitada con respecto al torno con contador digital numérico, ya que mediante el uso del equipo mencionado se puede alcanzar una precisión hasta de 5 micras.

Por lo anterior expuesto, se puede decir que el **proyecto es viable**, ya que arroja varios beneficios para los alumnos que van a cursar las materias de Procesos de Fabricación y de Manufactura Avanzada. Y es **factible** de realizar ya que el financiamiento para dicho proyecto se llevará a cabo mediante aportaciones de los propios participantes en el diseño y realización del mismo, como parte del convenio de su Residencia Profesional.

Marco teórico

Torno Paralelo

El **torno de ejes paralelos** o **mecánico** evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas-herramientas más importantes que han existido. Sin embargo, en la actualidad este tipo de torno está quedando relegado a realizar tareas poco importantes, a utilizarse en los talleres de aprendices y en los talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales. Cabe mencionar que el torno paralelo ha sido sustituido por tornos copiadores, automáticos y

de CNC, con el fin de aumentar la producción en serie y tener una alta precisión en sus mediciones.

Torno Automático

Es un tipo de torno cuyo proceso de trabajo está enteramente programado en forma secuencial, con alimentación de la barra necesaria para cada pieza se hace también de forma automática, a partir de una barra larga que se inserta por un tubo que tiene el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico.

Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos. Los de un solo husillo se emplean básicamente para el mecanizado de piezas pequeñas que requieran grandes series de producción.

Cuando se trata de mecanizar piezas de dimensiones mayores se utilizan los tornos automáticos multihusillos donde de forma programada en cada husillo se va realizando una parte del mecanizado de la pieza. Como los husillos van cambiando de posición, el mecanizado final de la pieza resulta muy rápido porque todos los husillos mecanizan la misma pieza, y en algunos casos simultáneamente.

La puesta a punto de estos tornos es muy laboriosa y por eso se utilizan principalmente para grandes series de producción. El movimiento de todas las herramientas está automatizado por un sistema de excéntricas y reguladores electrónicos que regulan el ciclo y los topes de final de carrera.

Un tipo de torno automático es el conocido como "tipo suizo", capaz de mecanizar piezas muy pequeñas con tolerancias muy estrechas.

Torno CNC

Es un torno dirigido por control numérico por computadora. Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por una computadora que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.

La velocidad de giro de cabezal portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

Codificadores lineales

Heidenhain GmbH (empresa alemana) se dedica a la fabricación de dispositivos electrónicos de control numérico, para su utilización en sistemas como máquinas automáticas y máquinas herramienta para la producción por mecanizado.

En 1987, se introdujo una serie de sistemas lineales de medición que operaban sobre el principio de interferencia de luz, lo que permitió mediciones de la precisión de un nanómetro.

Un codificador lineal (Encoder) es un sensor, transductor o cabeza lectora ligada a una escala que codifica posición. Están disponibles en dos tipos, uno que responde a la rotación, y el otro al **movimiento lineal**. Cuando son usados en conjunto con dispositivos mecánicos tales como engranes, ruedas de medición o flechas de motores, estos pueden ser utilizados para medir movimientos lineales, velocidad y posición. El Encoder lee la escala y convierte la posición en una señal análoga o digital que se transforma en una lectura de salida digital. El movimiento está determinado por los cambios posición.

Dentro de la caja del codificador hay una regla de vidrio montada (o plástico en algunos casos) con líneas separadas por espacios en blanco de igual tamaño (muchas veces de 10 micrones de ancho). Una luz brillando desde un fototransistor por medio del reglado obtendría una señal. Los Encoders están disponibles con diferentes tipos de salidas, a continuación se mencionan los más comunes:

Encoder incrementables, que generan pulsos mientras se mueven, se utilizan para medir la velocidad, o la trayectoria de posición.

Encoders absolutos, que generan multi-bits digitales, que indican directamente su posición actual.

Los Encoders pueden ser utilizados en una gran variedad de aplicaciones. Actúan como transductores de retroalimentación para el control de la velocidad en motores, como sensores para medición, de corte y de posición. También como entrada para velocidad y controles de rango. A continuación se enlista algunos ejemplos de posibles aplicaciones:

- Dispositivo de control de puertas.
- Robótica.
- Maquinas de lente demoledor.
- Plotter.
- Soldadura ultrasónica.
- Maquinaria convertidora.
- Máquinas de ensamblaje.
- Máquinas etiquetadoras.
- Indicación x/y.
- Dispositivos de análisis.
- Máquinas taladradoras.
- Máquinas mezcladoras.
- Equipo médico.

Los Encoders pueden utilizar tanto tecnología óptica como magnética. El sensor óptico provee altas resoluciones, velocidades de operaciones altas y con seguridad, operación de larga vida en la mayoría de los ambientes industriales. Los sensores magnéticos, se utilizan frecuentemente en aplicaciones de trabajo pesado como en laminadoras de papel y acero, proveen buena resolución, altas velocidades de operación, y máxima resistencia al polvo, humedad, y golpe térmico y mecánico.

Descripción del Método

Problemas a resolver

Surge de la necesidad de mejorar la precisión del maquinado de piezas y de aclarar conceptos como el cero pieza y cero máquina, lo que da paso al proyecto de implementación de sistema de escalas digitales las cuales industrialmente se describen como **sistema de lectura digital para maquinaria** también conocidos como **Encoders**, y que permiten realizar desde las funciones más básicas hasta funciones complejas en milímetros o en pulgadas.

Con la implementación se logro:

- Aumento de la productividad (en el desarrollo de las prácticas que realizan los estudiantes).
- Eliminación de desperdicios de material.
- Disminución de costos de producción al no gastar de más en la compra del material.
- Formación de una mentalidad tecnológica que brinde a los alumnos seguridad para el manejo futuro del sistema CNC:

Pasos:

Análisis de las características del torno.

Consistió en la determinación de las características mecánicas de la máquina para conocer las longitudes máximas de las carreras de los dos ejes X y Y considerando el plano cartesiano del torno; estos datos definen la longitud de las escalas digitales que a su vez influye en la cotización del sistema.

Cotización y compra del equipo

Se analizaron los sistemas existentes en el mercado, de esta manera se pudo comparar varias propuestas de los distribuidores. Estas debían satisfacer: a) Las características técnicas que se tenían contempladas para la instalación del equipo, b) Que ofrecieran garantía de 10 años, c) Tiempo de entrega máximo de 30 días y, d) El costo, (originalmente el presupuesto del proyecto fue de \$16,000.00 sin embargo hubo necesidad de modificar el presupuesto por la paridad del peso-dólar en el momento de la adquisición

Requerimientos adicionales

Para garantizar la adecuada instalación y operación del equipo se decidió simular la operación del torno con el equipo instalado; por lo que se recurrió al *software Solidworks* que entre otras cosas ofrece el diseño de modelos 3D y la simulación de la operación de las piezas involucradas en la instalación y funcionamiento del equipo, de los topes de

seguridad y de sus guardas protectoras, así mismo se modeló el brazo soporte del Contador K.

Instalación del equipo.

Breve descripción de los pasos que se siguieron para la instalación del equipo.

1. Se procedió al montaje de las Escalas Digitales Longitudinal y Transversal, en la figura 1 se ilustra el montaje de una de las escalas, en la parte posterior del carro longitudinal.



Fig. 1 Montaje de la Escala Digital en la bancada del torno.

2. Alineación de las escalas en la bancada del torno, tomando como referencia la bancada del mismo.
3. Montaje de las guardas protectoras a ambas escalas, la fig. 2 muestra la guarda protectora de la escalas del carro trasversal.
4. Montaje de topes de seguridad, para protección de la escala transversal, el cual consiste en un cuadrado de fierro macizo, de tal forma que proteja la escala de posibles golpes del cabezal móvil, en la fig. 2 se observa dicho tope junto a la guarda.
5. Montaje de brazo soporte del Contador K, para lo cual primero se fijó el brazo soporte, y después en él se monto el Contador K. En la fig. 3 se muestra el torno con el Contador K ya instalado.



Fig. 2 Muestra las guardas protectoras y los topes.



Fig. 3 muestra el Contador K montado en el brazo.

6. Conexión de las escalas al Contador K. Se procedió a la conexión de sus cables de interface entre las escalas y el Contador K, así como a energizar este último.
7. Pruebas y ajustes. Una vez realizado el montaje de las partes y realizado pruebas se procedió a realizar los ajustes necesarios y volver a hacer pruebas nuevamente, para verificar que las escalas y el Contador K funcionaran correctamente.

Resultados obtenidos

Partiendo de un torno convencional de ejes paralelos de primera generación, como resultado del desarrollo del proyecto, se obtuvo un torno de ejes paralelos convertido en un torno de segunda generación, basado en la implementación de un sistema digital de medición con alto grado de precisión (5 milésimas de mm.) que permite mayor exactitud que el sistema de medición analógico, además el sistema implementado despreja el juego de las perillas de los carros longitudinal y transversal, lo que permite maquinar piezas con gran precisión. Otro beneficio que trae consigo la implementación del sistema de escalas digitales es que tienden a reducir los errores por parte de los operarios al efectuar la lectura analógica en el tambor de alguno de los carros y ayuda a reducir considerablemente los tiempos de mecanizado contribuyendo con ello al aumento de productividad.

Por lo anterior expuesto, la inversión realizada para la conversión se considera moderada, si se toma en cuenta la **relación costo-beneficio**. La fig. 4 muestra el Torno convencional con las implementaciones mencionadas y, la tabla 1 un análisis comparativo entre ambos tornos.



Fig. 4 Muestra el Sistema de Control Digital ya instalado.

Tabla 4. Tabla Comparativa

TABLA COMPARATIVA ENTRE TORNOS		
Concepto	Torno convencional	Torno con sistema de escalas digital
Exactitud	20 micras.	5 micras.
Facilidad de operación	Fácil.	Más fácil.
Tipo de medición	Análogo.	Digital.

Mediciones	Requiere tiempo para verificar las cotas.	Ahorro de tiempo en mediciones, ya que el control digital cuenta el avance o la penetración.
Productividad	Baja, ya que se invierte tiempo en medir.	Aumenta la productividad por ahorro de tiempo para mediciones.
Errores de precisión por juegos	Depende del desgaste de las partes de la máquina y de los ajustes en los carros.	Inexistente.
Posición cero máquina	No se visualiza con claridad.	Se visualiza con claridad.
Posición cero pieza	No se visualiza con claridad.	Se visualiza con claridad.

Comentarios

Considerando el problema expuesto al inicio de este proyecto en el que se plantea la poca precisión del torno convencional de ejes paralelos, así como el problema de juego en el mismo, también de la limitante en la comprensión de los conceptos ya mencionados; los resultados de este proyecto muestran la obtención de una máquina a la cual se le implementó un sistema digital de medición compuesto por dos Escalas Digitales cuya función principal es la de medir el movimiento que realizan los carros longitudinal y transversal, así como también, contar con un Contador K que básicamente es un monitor en el que el operario puede observar en forma numérica cuánto se desplazó al carro respectivo. De igual forma, el Contador K permite ingresar órdenes para operaciones matemáticas y operacionales para facilitar el cálculo de las medidas que se requieran para la fabricación de piezas.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El proyecto es altamente viable ya que resuelve una problemática identificada, consistente en una baja precisión en el torno convencional; lo que establece la principal diferencia con el torno equipado con el **Sistema de Escalas Digitales**, este sistema tiene la capacidad de resolver el problema de imprecisiones por el desgaste de piezas que se presentan en las máquinas convencionales como tornos y fresadoras, por mencionar algunas, además, resuelve el problema de comprensión de conceptos ya mencionados.

El sistema digital de medición, resultó ser una implementación exitosa que **beneficia a los alumnos de las próximas generaciones de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica** y también es una propuesta de solución viable para la industria que cuente con tornos convencionales, los cuales se consideran como máquinas de uso prolongado. Mejorar su precisión y aumentar el tiempo de vida de ellas mismas, es básicamente la finalidad de este sistema.

Resulta factible la implementación del sistema, ya que las partes que conforman al sistema completo se pueden adquirir en empresas importadoras y comercializadoras de equipos industriales, su instalación, montaje y operación requieren de conocimientos especializados, pero existe personal capacitado para hacerlo, y en cuanto a la operación del torno ya modificado es muy sencilla, cualquier operario con experiencia el manejo del torno convencional puede hacerlo y el uso y la práctica hará más fácil su operación.

Recomendaciones

Aunque este proyecto estuvo dirigido a resolver una problemática identificada en el sector escolar, se piensa que sería de gran beneficio a aquellas empresas o instituciones que cuenten con máquinas herramientas consideradas de primera generación, las cuales por su uso tienden a presentar problemas de precisión, por rebasar el tiempo promedio de vida útil de las mismas. Como se sabe, toda máquina tiene un promedio de tiempo de funcionamiento, y que a la larga va presentando desgaste en sus componentes, tal es el caso del torno; al tener el sistema de medición convencional análogo presenta errores de medición por el desgaste en sus partes interna; pero el sistema implementado permitirá aumentar el grado de precisión en la máquinas al omitir las holguras.

Su aplicación en máquinas como cepilladoras y fresadoras resulta posible ya que cuentan con componentes que las hacen viables debido a que el tipo de trabajo que realizan y a la estructura de la máquina. Su aplicación permitiría mejorar su rendimiento con la implementación del sistema de medición digital, resultando la inversión baja si consideramos los beneficios que se obtienen con la incorporación de estos sistemas digitales. Permite también, entre otras cosas, aprovechar por tiempos más prolongados el uso de maquinas convencionales.

Referencias

¹ Arqhys Arquitectura, (2004) *Decodificadores lineales*. Revista de Santo Domingo, Republica Dominicana (en línea), Dirección de internet: <http://www.arqhys.com/contenidos/codificadores-lineales.html>

¹ Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación, (2013) *Sensores, captadores y transductores*” Revista Española (en línea), Dirección de internet: <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4928/html/index.html>

¹ LBA Industrial Mining. (2012). *Tipos de Encóderes* Revista de Monterrey, México. (en línea) Dirección de Internet: <http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder>

FERTILIZANTE ORGÁNICO; UNA HERRAMIENTA EFICAZ PARA LA MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

*M.C. Ramón García Gonzales¹¹
Angelita García Pérez¹²
Amelia romero Hernández¹³
Paulina Beristáin Moro¹⁴*

RESUMEN

¹¹Licenciatura en: Ingeniería Industrial Maestría en: Planificación de Empresas y Desarrollo Regional/Instituto Tecnológico de Tehuacán// 2383867580/ rgarcia_go@hotmail.com

¹²5° semestre/ Ingeniería industrial/ Instituto Tecnológico de Tehuacán/ 2381040287/ angiegarper@gmail.com

¹³5° semestre/ Ingeniería industrial/Instituto Tecnológico de Tehuacán/ 2383854957/ amelia_capricornio@hotmail.com

¹⁴5° semestre/ Ingeniería industrial / Instituto Tecnológico de Tehuacán/ 2381470247 / Pau_9325@live.com.mx

Tehuacán “cuna del maíz,” por mucho tiempo considerada una de las regiones más ricas en cuanto a tierras fértiles, y productores esenciales de cultivos en el estado de Puebla hoy en día ha ido bajando la producción de las zonas cultivadas, algunos de los problemas esenciales es el por la industrialización, sobrepoblación, los contaminantes ambientales, sobre todo por la aplicación masiva de fertilizantes químicos utilizados para la mejora de las cosechas, esto ha sido como una bomba de tiempo para los suelos agrarios, puesto que este fertilizante ha ido disminuyendo el potencial de propiedades de las tierras a cultivar. Provocando así la ruptura del equilibrio entre los ecosistemas agrarios y el entorno natural.

Este desequilibrio ha afectado al elemento fundamental para el desarrollo de actividades agrónomas, es decir, el suelo, ya que sin este no es posible que los cultivos tengan un hábitat en donde puedan crecer y producir.

El objetivo de este proyecto es la búsqueda de técnicas agrarias alternativas tal como la creación de abonos orgánicos elaborados a partir de desechos de plantas y animales que por mucho tiempo han sido llamados incorrectamente con el término de basura. Ya que muchos de estos desechos tales como pulpa de café, hojarasca, estiércol etc. Pueden ser procesados de forma tal que se aprovechen todos los nutrientes y sirvan a los cultivos como fertilizantes para mejorar sus condiciones físicas así como obtener cosechas abundantes y saludables.

INTRODUCCIÓN

El proyecto está elaborado principalmente a base de materiales de residuos de la pulpa del café y de otros componentes como lo son la hojarasca, estiércol, tierra negra, ceniza, suero etc.; para poder así mejorar la calidad de producción en el campo agrícola teniendo como metas la sustitución de fertilizantes químicos, por un producto que permita la fertilización del suelo de forma más natural el cual mediante su calidad satisfaga las necesidades del agricultor y de esta manera se contribuya con un mejor bienestar social para la región y la de sus habitantes con la conservación del medio ambiente y lograr un excelente ciclo de vida agrícola de las plantaciones las cuales, brotarán, crecerán y se reproducirán en óptimas condiciones saludables y exentas de plagas, aumentando la calidad y productividad de los cultivos. Bajo la premisa de un producto terminado en óptimas condiciones.

Es un potencial fertilizante natural y biológico de los suelos transformando a estos como aptos para el ciclo de vida de una planta inmunizándola a su vez contra las plagas que puedan afectar su desarrollo, pues el compost en su proceso de descomposición genera antibióticos naturales por su homogenización con el excremento de los animales

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad es muy frecuente observar que muchos de los suelos que anteriormente fueron muy fértiles y que brindaban a los cultivos las condiciones óptimas para producir numerosas cosechas y de gran calidad se han ido deteriorando paulatinamente hasta quedar completamente estériles. Esto a consecuencia de prácticas agrarias inadecuadas que poco a poco van acabando con los nutrientes naturales del suelo.

Hoy en día un número significativo de seres vivos nacen con problemas de salud y congénitos, así como problemas reproductivos, producto de la gran cantidad de elementos tóxicos contaminantes presentes en el ambiente y los alimentos, es necesario dirigir la producción agrícola hacia un nuevo enfoque agroecológico y esencialmente orientado a la utilización de abonos orgánicos como estrategia para producir alimentos en calidad y cantidad suficiente que

satisfagan la demanda alimenticia de las naciones y caractericen la seguridad y soberanía agroalimentaria.¹⁵

La base del abono orgánico está dada por pulpa de café ya que en zonas cafetaleras donde la producción de café es abundante, de un porcentaje total de café cereza, solo el 19% es café oro, el resto del fruto es: (20%) agua, (41%), pulpa, (4%) cascarilla y (16%) mucílago; lo que representa un desperdicio de la pulpa de café misma que genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafetaleras.



Figura 2 Tiradero de pulpa (Zongolica Ver.)

Figura 1 Cereza de café

Es una realidad que las prácticas agrarias en la región de Tehuacán, produce una solvencia económica para toda la cadena de gremios que trabajan en él, pero también esta práctica, cuando es mal empleada produce efectos nocivos para el medio ambiente, generando contaminación en diferentes ámbitos, como daños en aguas subterráneas, o envejecimiento de suelos causado por el uso constante de fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, etc. causando así la pérdida de grandes hectáreas de suelos cultivables.¹⁶



Mientras esto pasa en la región de Tehuacán, en el estado de Veracruz que es un importante productor de café, anual mente desecha alrededor de 40,000 toneladas de pulpa de café; lo que genera un foco de contaminación muy grande para la zona ya que la pulpa como tal desprende olores muy desagradables. Sin embargo es en esta en donde se concentran las mayores cantidades de nitrógeno, carbono y fosforo que son sustancias esenciales para el desarrollo de los cultivos.

Es por estos motivos que surge la idea de llevar a cabo un proceso para neutralizar los nutrientes concentrados en la pulpa aprovechándolos al máximo; y de esta forma reducir la contaminación generada en el estado de Veracruz recuperando a la vez suelos estériles en la región de Tehuacán.

¹⁵Fonseca, C y Mayer, E. (1988). Comunidad y producción en la agricultura Mexicana. FOMCIENCIAS, Lima. National Academy of Sciences

¹⁶Paredes, J.;(1910). "Apuntes Históricos de Tehuacán". Tehuacán, Acta de Cabildo de Tehuacán

OBJETIVOS

Reducir al 90% el tiempo de compostaje creando así un abono orgánico de calidad, llevando a cabo los procesos de producción más armoniosos con la naturaleza.

Aprovechar la materia orgánica generada en los campos cafetaleros para la recuperación de suelos inertes de la región de Tehuacán.

MARCO TEÓRICO

La aplicación del abono orgánico activa la vida micro y macro biológica en el suelo y mejora su estructura.

Para la aplicación del fertilizante se tiene en consideración:

- Textura del suelo: Se utiliza en todo tipo de suelo. En suelos arenosos tiene la ventaja de ser menos susceptible a la lixiviación que el fertilizante químico. Profundidad del suelo: Se utiliza en suelos profundos y superficiales.
- Capacidad de infiltración: En suelos de baja infiltración es importante combinar la aplicación del abono con otras prácticas de control de erosión para evitar el lavado del material por la escorrentía.
- Drenaje del agua: En suelos mal drenados los procesos microbiológicos de descomposición en el suelo cambian entre condiciones aeróbicos y anaeróbicos. Esto resulta en pérdidas significativas de N y C en forma de gases.
- Fertilidad del suelo: En suelos degradados proporciona una amplia gama de nutrientes. En suelos fértiles la aplicación del abono contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo.
- Acidez del suelo: La aplicación en suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo. Para la aplicación en suelos ácidos, se recomienda preparar la abonera con cal.¹⁷

La utilización del abono orgánico no se limita a un solo uso, ya que se adapta a las necesidades del agricultor, por su factibilidad es posible emplearlo en la preparación de sustratos de invernaderos, aplicación a plantas de recién trasplante, este último uso, puede suministrarse de diferentes formas tal como:

- colocación en la base del hoyo donde se coloca la planta en el trasplante, cubriendo el abono con un poco de suelo para que la raíz no entre en contacto directo con el abono.

¹⁷Domínguez, A.; Resello, J.; Aguado, J. (2002) Diseño y Manejo de la diversidad vegetal en Agricultura Ecológica. . Valencia. Ed. Phytoma

- Aplicación a los lados de la planta. Este sistema se recomienda en cultivo de hortalizas ya establecidos y sirve para abonos mantenimiento en los cultivos. Al mismo tiempo estimula el rápido crecimiento del sistema radical hacia los lados.
- El abono debe taparse con suelo; Así se evitan pérdidas por lavado debido a lluvias o riego.

Las cantidades de fertilizante orgánico a ser utilizadas dependen de la fertilidad de los suelos, así como de sus condiciones físicas, también se debe tomar en cuenta el tipo de cultivos sobre el cual será empleada ya que cada planta presenta una exigencia nutricional diferente.

Para tener un efecto inmediato en la planta es necesario que tanto el abono orgánico y el suelo estén húmedos. De no ser así, no tendría ningún efecto inmediato. Y aun cuando sus beneficios no se pierden si se verán retardados.

Aplicación en surcos de sembradíos de cultivos como zanahoria, cilantro, brócoli, tubérculos, maíz, tomate etc. ¹⁸

La aplicación adecuada del fertilizante no solo puede ayudar a los campesinos con grandes parcelas de sembradíos, ya que también puede usarse en el área de jardinería e invernaderos, el hecho que se utilice el abono enriquece la tierra y así poder obtener un suelo de calidad.

Reducción de costos de producción al utilizar abonos orgánicos en vez de fertilizantes químicos en los cultivos. La mayor actividad microbiológica en el suelo reduce problemas que causan enfermedades del mismo: en consecuencia reduce el uso de plaguicidas. Aumento de valor de la finca por mejoramiento de la fertilidad y estructura del suelo

El uso del abono orgánico mejora las cosechas además de las propiedades esenciales que se pueden agregar a todo aquel cultivo estaría al alcance de aquellos campesinos con bajos recursos.



de

Figura1 Aplicación del abono en maíz

¹⁸Henao, L. E.; (1980) "Tehuacán, Campesinado e Irrigación". México, D.F., Editorial Edicol. Colección Ciencias Sociales.



Figura2 Aplicación en la planta de café

METODOLOGÍA

El proceso del fertilizante orgánico se lleva a cabo en un lapso de un mes tiempo durante el cual se llevan a cabo las siguientes operaciones.

1. Resección de materias primas. Las materias primas son transportadas a granel hacia el lugar donde se realiza la fermentación.

2. Mezclado de materias primas. Se realiza teniendo cuidado de suministrar las proporciones adecuadas de cada materia prima.

3. Movimiento constante de partículas.

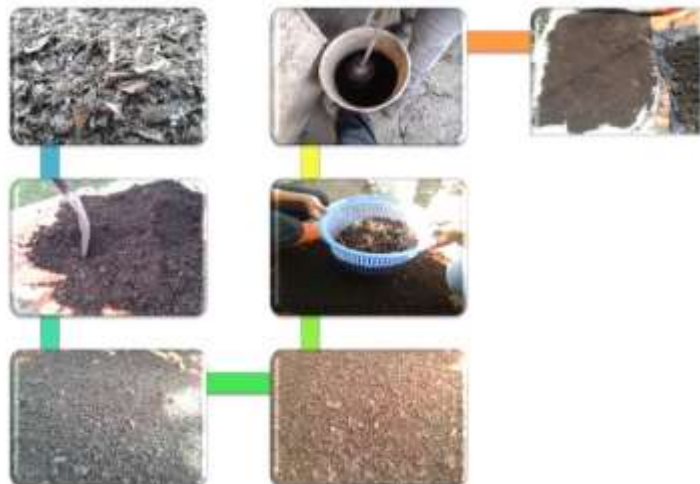


Figura3 Evolución del proceso

4. Degradación. A través de temperaturas controladas, condiciones favorables de aireación y PH estable

5. Verificación de humedad. De esto dependerá que el abono esté listo o no

6. Cernido. Para separar aquellas partículas que no lograron deteriorarse del todo.

7. Molido. Solo de partículas que no alcanzaron desintegrarse durante el proceso.

8. Pruebas de calidad. Son de suma importancia ya que a través de ellas se podrá saber si el lote de abono cae dentro de los intervalos óptimos de nutrientes

9. Secado. Facilita el empaque

10. Empaque. Embalaje elaborado a partir del bagazo de caña, marketing adecuado.

RESULTADOS

La elaboración del abono se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos tales pulpa de café, heces fecales de borrego, suero de quesos, forraje de árboles y cenizas vegetales, con temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables de temperatura, humedad, aireación, PH, propiedades físicas y químicas del suelo equilibradas producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. La elaboración de este abono fermentado presenta algunas ventajas en comparación con otros abonos:

- Reemplazan totalmente a los fertilizantes químicos, reduciendo los costos de las explotaciones agrícolas.
- Representa una opción amigable con el medio ambiente, pues hace uso de sustancias y materiales de desecho que por sí solos representan un foco de contaminación.
- A diferencia de los fertilizantes químicos no deteriora el suelo, por el contrario contribuye a que este recupere su fertilidad natural y mejora sus condiciones físicas tales como la aireación y la retención de humedad; además, los hace más sueltos facilitando el desarrollo de las raíces.
- Mejora las condiciones químicas del suelo pues aporta sustancias tales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio que son nutrientes esenciales para que la planta crezca, se desarrolle y produzca. Además al ser aportadas de forma natural tienen un efecto más prolongado en los suelos.
- Contribuye a la elevación de la calidad de las cosechas sin convertir los productos en transgénicos dañinos a la salud humana.
- Reduce la presencia de agentes patógenos causantes de enfermedades.
- Puede ser usado en las plantas inmediatamente después de su fermentación

Reducción considerable de los costos de producción y por consiguiente el precio de venta al público también es más bajo.

Tabla 5 Costo y precio del abono

PRESENTACION KG	COSTO DE PRODUCCION	PRECIO DE VENTA
10000	\$ 71,552.40	\$ 85,862.88
1000	\$ 7,155.24	\$ 8,586.29
500	\$ 3,577.62	\$ 4,293.14
50	\$ 357.76	\$ 429.31
25	\$ 178.88	\$ 214.66
5	\$ 35.78	\$ 42.93
1	\$ 7.16	\$ 8.59

CONCLUSIONES

El presente proyecto busca mitigar el impacto ambiental generado por desechos orgánicos, así mismo abonar suelos estériles para contribuir a la elevación de la calidad en las cosechas.

Se comprobó mediante pruebas de laboratorio que la pulpa de café es rica en nitrógeno, fosforo y carbono, sin embargo se ha enriquecido aún más este abono suministrando otros nutrientes tales como calcio, hierro entre otros obtenidos de diferentes desechos orgánicos.

Este proyecto se enfoca tanto a la parte que corresponde al proceso como a realizar las pruebas correspondientes a los diferentes tipos de cultivos para saber las cantidades exactas que estos necesitan para desarrollarse y poder así ofrecer a los consumidores asesoría de cómo, cuándo y en qué proporciones utilizar el abono.

También es posible concluir que el objetivo principal planteado al inicio se ha cumplido puesto que el proceso es armonizo con la naturaleza y además el compostaje se ha reducido considerablemente.

REFERENCIAS

Altermi, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Uruguay: Nordan.

- Dominguez, A., Rosello, J., & Aguado, J. (2002). *Manejo de la diversidad vegetal en Agricultura Ecológica*. Valencia: Phytoma.
- Fonsca, C. Y. (1988). *Comunidad y producción en la agricultura*. Lima: National Academy of Sciences.
- Henao, L. E. (1980). *Tehuacan, campesinado e irrigación*. Mexico D.F.: Edicol. Colección Ciencias Sociales.
- Paderes, J. (1910). *Apuntes Históricos de Tehuacan*. Tehuacan: Acta de Cabildo de Tehuacan.

ⁱ Arqhys Arquitectura, (2004) *Decodificadores lineales*. Revista de Santo Domingo, República Dominicana (en línea), Dirección de internet: <http://www.arqhys.com/contenidos/codificadores-lineales.html>

ⁱⁱ Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación, (2013) *Sensores, captadores y transductores* Revista Española (en línea), Dirección de internet: <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4928/html/index.html>

ⁱⁱⁱ LBA Industrial Mining. (2012). *Tipos de Encóderes* Revista de Monterrey, México. (en línea) Dirección de Internet: <http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder/>

IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA DEL AUTÓMATA ESTOCÁSTICO HÍBRIDO

Gabriel Antonio Pérez Castañedaⁱⁱⁱ

Resumen:

Con el fin de ser competitivos los sistemas industriales no pueden admitir fallas, pues éstas se traducen en pérdidas de producción, económicas y, en ocasiones lamentablemente, en pérdidas humanas. Asimismo, los procesos y sistemas de fabricación son cada vez más complejos requiriendo una supervisión y garantía en sus procedimientos y diseños. Para evitar o reducir este tipo de problemas e inconvenientes es necesario evaluar la fiabilidad de este tipo de sistemas. Este artículo presenta la implementación informática realizada en el software Scicos de Scilab del autómata estocástico híbrido (AEH) con el fin de evaluar la fiabilidad de sistemas dinámicos vía simulación de Monte Carlo. Primeramente, definido formalmente el AEH,

se hizo una primera implementación del AEH en Scicos con bloques ya existentes, dando como resultado una estructura no modular y no reutilizable. Posteriormente, haciendo uso del bloque Automaton, un descriptor de modos y el generador aleatorio, todos los bloques Scicos, se concibe DyRelA (DynamicReliabilityAssessment), convirtiéndose así en una herramienta informática capaz de evaluar los parámetros de la seguridad de funcionamiento de un sistema en contexto dinámico. Sin embargo, los tiempos de simulación eran considerables con respecto al tamaño y la simplicidad del sistema. Asimismo, la interface usuario-DyRela no estaba estructurada y sistematizada. Para paliar estos inconvenientes se procedió a optimizar DyRelA integrando los tres componentes antes mencionados en un solo bloque Scicos. Finalmente, después de esta optimización se evaluó la fiabilidad del sistema de regulación de la temperatura de un horno con las dos últimas modalidades de Dyrela obteniendo los tiempos de simulación considerablemente reducidos. La importancia del AEH y de DyRelA radica en el hecho de que son capaces de tomar en cuenta el comportamiento de las variables continuas, correspondientes a la dinámica del sistema y el comportamiento estocástico, ocasionado por las fallas que pueden presentarse en sus componentes.

Palabras claves: autómata estocástico híbrido, simulación de Monte Carlo, fiabilidad dinámica.

Introducción

La demanda creciente de la tecnología en materia notablemente de seguridad se traduce de más en más en normas y reglamentos con el fin de introducir cálculos probabilísticos más exigentes y exactos. La complejidad de los sistemas concebidos hoy en día por el hombre hace que muy pocos profesionales sean capaces de manejar estos cálculos con rigor y con métodos científicos. Se debe recordar que esta complejidad produce en el día de hoy que el problema de la evaluación de la fiabilidad de un sistema salga del contexto combinatorio de los primeros métodos para entrar en el del contexto dinámico donde la dependencia entre fiabilidad del sistema y la de sus componentes ha venido a ser más compleja.

Planteamiento del problema

La búsqueda de soluciones analíticas para la evaluación de la fiabilidad en contexto dinámico no está resuelta en el caso general. Métodos parciales relativos a hipótesis particulares existen. Los algoritmos de optimización numérica ya han probado su capacidad en mejorar la eficiencia de los métodos analíticos para casos simples de la evaluación de la seguridad de funcionamiento en el contexto de la fiabilidad dinámica. Lamentablemente, estos métodos analíticos llegan a ser inaplicables cuando se trata de sistemas más complejos. De hecho, es imposible en este contexto dar una forma analítica a la función de estructura que describe la falla de un sistema en función de la falla de sus componentes (Villemeur, 1988).

La evolución de estos sistemas es, en general, descrita por un autómata representativo de un conjunto de estados discretos posibles para el sistema, cada uno de ellos es descrito por un conjunto de ecuaciones diferenciales representando la evolución de variables continuas. Por lo tanto, existe en estos sistemas una fuerte dependencia entre los modelos de fiabilidad de la duración de vida de los componentes y ciertas variables de estado continuo del sistema. De la misma manera, estos modelos evolucionan con el estado discreto tomando formas múltiples.

Objetivo

El presente artículo tiene como propósito presentar la implementación informática desarrollada en Scicos de Scilab del AEH la cual, vía simulación de Monte Carlo, permitirá evaluar los índices de la SdF de un sistema en contexto dinámico, los cuales son obtenidos por estadística sobre un gran número de simulaciones.

Marco teórico

Las herramientas clásicas de la SdF (árboles de fallas, árboles de eventos, diagramas y redes de fiabilidad, etc.) no pueden tomar en cuenta estos los aspectos antes mencionados debido a que soportan, en general, una estructura invariante en el tiempo para el sistema y además no toman en cuenta el orden de ocurrencia de los eventos que conducen al estado de peligro (Labeau et al., 2000). La complejidad matemática de la evaluación analítica de la seguridad de funcionamiento (SdF) es tal que sólo es posible bajo ciertas hipótesis o cuando el sistema no es demasiado complejo. Otras aproximaciones han sido propuestas, pero bajo ciertas hipótesis o restricciones: discretización de las variables físicas (Marseguera, 1995) o discretización de la variable tiempo (Kermisch, 2000). Estas presentan dificultad en integrar en un solo proceso metodológico las interacciones entre las variables físicas continuas y la ocurrencia de eventos debido a las fallas de los componentes o el cruce del umbral por las variables físicas continuas.

La simulación de Monte Carlo (SMC) sería el único medio de evaluar la SdF de los sistemas híbridos complejos si herramientas informáticas adecuadas existieran. No hay, al menos que se tenga conocimiento, herramientas capaces para simular de manera simultánea la evolución discreta del sistema y su evolución continua tomando en cuenta los aspectos probabilísticos. En este contexto, se ha introducido el concepto del autómatas estocástico híbrido y se ha desarrollado un método de simulación de Monte Carlo en el ambiente informático Scicos de Scilab. A la herramienta informática que permite efectuar una simulación de Monte Carlo con el fin de evaluar la fiabilidad de sistemas, modelados por el autómatas estocástico híbrido, en contexto dinámico se le ha dado el nombre de Dyrela (Dynamic Reliability and Assessment, por sus siglas en inglés).

Fiabilidad dinámica

La fiabilidad dinámica es un concepto que ha sido necesario definir con el fin de evaluar de manera predictiva la SdF de sistemas dinámicos híbridos cuya estructura de fiabilidad evoluciona o cambia con el tiempo como consecuencia del cambio de estado continuo por la parte de control o por la naturaleza propia del sistema o por cambios externos al sistema, como fallas o errores humanos.

El principal objetivo de la fiabilidad dinámica es tomar en cuenta e integrar los siguientes aspectos:

- ✓ Las interacciones dinámicas existentes entre los parámetros físicos (representadas generalmente por variables continuas) y el comportamiento nominal o disfuncional de los componentes (representado generalmente por la ocurrencia de eventos).
- ✓ El carácter determinista o estocástico de los eventos y de las variables físicas.
- ✓ La estructura de fiabilidad que cambia en el tiempo (reconfiguración del modelo).
- ✓ Los modos de envejecimiento múltiples de los componentes según el estado discreto del sistema.
- ✓ Los modelos no binarios del comportamiento de los componentes.

- ✓ El instante y el orden de ocurrencia de los eventos asociados a los cambios del estado discreto, los cuales están relacionados a las fallas de los componentes o al cruce de los umbrales de las variables continuas.

Autómata estocástico híbrido

La importancia de la implementación del AEH reside en el hecho de que éste toma en cuenta los diferentes modos de funcionamiento continuos del sistema, los cuales están definidos en los diferentes estados del autómata y en el paso de uno al otro debido a los eventos deterministas o estocásticos designados por las transiciones correspondientes. Los eventos deterministas son producidos por el cruce de umbrales de las variables continuas y los eventos estocásticos son producidos por un generador aleatorio, en función de sus leyes de probabilidad. De esta manera, el autómata nos permite acceder a los índices de la SdF, los cuales son obtenidos por estadística sobre un gran número de simulaciones (método de Monte Carlo).

Con el fin de integrar los aspectos que demanda la fiabilidad dinámica y acceder, por simulación, a la evaluación predictiva de la SdF, un AEH ha sido formalmente definido sobre la base de la teoría de los autómatas de estados finitos y sobre la teoría de los autómatas híbridos (Alur et al., 1993), (Henzinger, 1996).

Así, el Autómata Estocástico Híbrido se define como (Pérez, 2009):

$$AEH = (\mathcal{X}, \mathcal{E}, \mathcal{A}, X, A, \mathcal{H}, \mathcal{F}, p, x_0, x_O, p_O)$$

en donde

\mathcal{X} es un conjunto finito de estados discretos $\{x^1, x^2, \dots, x^m\}$,

\mathcal{E} es un conjunto finito de eventos $\{e_1, \dots, e_r\}$ deterministas o estocásticos,

X es un conjunto finito de variables reales que evolucionan en el tiempo $\{x_1, \dots, x_n\}$,

\mathcal{A} es un conjunto finito de arcos de la forma (x, e, G, R, x') donde:

x y x' son los estados discretos origen y final del arco, e es el evento asociado al arco, G la condición de guarda sobre X en el estado discreto x y R es la función de reinicio de X en el estado x' ,

$A: X \times X \rightarrow (\mathbb{N}^+ \rightarrow \mathbb{N}^+)$ es una función de "actividades", que asocia a un elemento de $X \times X$ una función definida sobre \mathbb{N}^+ y a valores en \mathbb{N}^+ ,

\mathcal{H} es un conjunto finito de relojes sobre \mathbb{N}^+ ,

$F: \mathcal{H} \rightarrow (\mathbb{N}^+ \rightarrow [0, 1])$ es una aplicación que asocia a cada reloj una función de repartición,

p_i^e es una distribución de probabilidades de transición de estado $p(x^i | x^l, e)$ sobre la ocurrencia de un mismo evento hacia dos estados discretos diferentes.

x^0, x_0 y p_i^0 corresponden respectivamente al estado discreto inicial, al valor inicial del vector de estado continuo en el estado inicial discreto y a la distribución inicial de probabilidades de transición en el estado inicial discreto.

La duración de buen funcionamiento y de reparaciones de los componentes son materializados por los relojes \mathcal{H} . Estas duraciones son obtenidas por tiros aleatorios a partir de las funciones de repartición de probabilidad F . Los elementos \mathcal{X}, \mathcal{E} y \mathcal{A} del AEH corresponden al autómata de

estados finitos que definen su parte discreta. Por otro lado, X , A , R , G definen su parte continua. \mathcal{H} corresponde a su aspecto temporal y finalmente \mathcal{F} expresan su aspecto estocástico.

Metodología

AEH implementado con bloques existentes en Scicos

Antes de que el autómata híbrido fuera introducido por el INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique) en el ambiente Scicos (Najafi, 2007), ya se había desarrollado un primer método para acoplar el comportamiento de las variables físicas de un sistema dinámico con el funcionamiento o disfuncionamiento de sus componentes utilizando bloques ya existentes en Scicos (Pérez et al., 2007). El interés del formalismo era desde luego simplificar el aspecto matemático evitando el recurso de las expresiones analíticas complejas. Se pudo tomar en cuenta las interacciones entre el funcionamiento y disfuncionamiento para una evaluación fina de estos parámetros de la seguridad del funcionamiento. Sin embargo, el modelo Scicos obtenido era de una complejidad excesiva con respecto a la simplicidad del ejemplo seleccionado, esto debido al hecho de que el autómata de estados del sistema no existe como elemento del modelo, pero está disperso en el mismo por medio de cajas de conmutación. Por otro lado, el método sufría de falta de carácter sistemático y de reutilización. Se pudo constatar que esta aproximación no es ni fácil, ni práctica, ni eficaz para modelar estos pequeños sistemas de esta forma. Es por esto, que se buscó otra manera de implementar el AEH.

AEH Implementado en la herramienta DyRelA

El AEH posteriormente fue implementado sobre la base del bloque *automaton* de Scicos (Najafi, 2007). Está constituido de tres componentes los cuales se pueden apreciar en la figura 1: un autómata, un generador aleatorio y un descriptor de modos. En la figura 2 se muestra la estructura implementada en Scicos y se presentan las variables que definen el AEH.

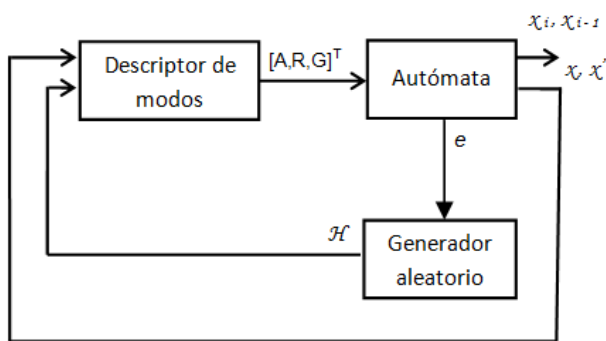


Figura 1. Estructura del autómata estocástico híbrido.

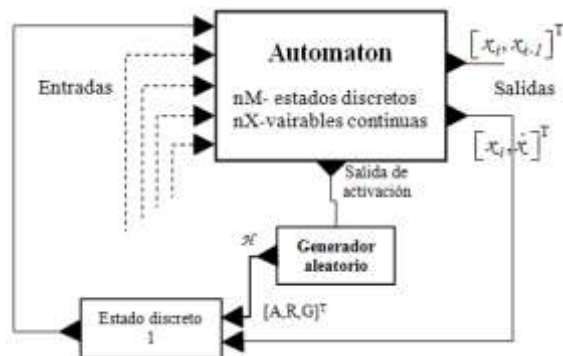


Figura 2. Implementación del AEH.

El *autómata* está constituido de entradas situadas al lado izquierdo del bloque y sólo dos salidas ubicadas al lado derecho. El autómata tiene tantas entradas como estados discretos existen en el sistema. La salida superior derecha del autómata proporciona el vector que contiene el estado discreto corriente x_i y el anterior $x_{(i-1)}$. La salida inferior aporta el vector de las variables de estado continuo X y sus derivadas. En la parte inferior del bloque del autómata se tiene una salida correspondiente a los eventos discretos e . Esta salida es activada cada vez que una transición se produce implicando un cambio de estado discreto en el sistema.

El *descriptor de modos* corresponde a las diferentes dinámicas continuas del sistema. Existen tantas dinámicas continuas como estados discretos tiene el sistema. El descriptor de modos tiene dos entradas: la primera corresponde a las variables físicas y a sus derivadas que vienen del autómata. La segunda proporciona, a los estados discretos concernientes, los valores aleatorios producidos por el generador aleatorio. El descriptor de modos tiene i salidas, las cuales están definidas por el vector $[A,G,R]^T$.

El generador aleatorio corresponde a la estructura temporizada estocástica \mathcal{H} y p de la definición del AEH. Cada vez que una transición de estado discreto se produce, la salida de eventos discretos e del autómata genera un evento activando el bloque generador aleatorio a través de su entrada ubicada en la parte superior del bloque. En este instante el generador produce los valores aleatorios que son provistos a los estados correspondientes del sistema, con fin de definir las transiciones estocásticas.

Con la ayuda del AEH se podrá realizar una simulación de Monte Carlo del comportamiento funcional y disfuncional del sistema con el fin de acceder a la evaluación de los indicadores de la SdF. Para lograr esto, primeramente se debe describir el comportamiento del sistema a través del AEH determinando los parámetros concernientes del autómata. Enseguida, se implementa el autómata en el ambiente informático creado para este fin. Posteriormente se efectúa la simulación de Monte Carlo. Finalmente, se efectúa el tratamiento estadístico con los datos obtenidos con el fin de determinar los parámetros correspondientes de la SdF.

A la implementación del AEH en ambiente informático a través de la cual se puede evaluar la seguridad de funcionamiento de sistemas en contexto dinámico se llama DyRelA (Dynamic Reliability and Assessment) (Perez et al., 2010).

Mejoramiento de la herramienta DyRelA

Se propuso de reducir la duración de la simulación que tomaba DyRelA para evaluar los parámetros de la seguridad de funcionamiento. Hay dos aspectos que dan origen a una duración de la simulación elevada. La primera, el aspecto gráfico de Scicos sobre el cual está implementado el AEH: el descriptor de modos está constituido por tres diferentes tipos de bloques Scicos. El primer tipo corresponde a los bloques que modelan cada una de las dinámicas del sistema. El segundo tipo de bloques, proporcionan los valores de reinicio R de las variables continuas. Finalmente, el tercer tipo de bloques corresponde a la función de Guardia G para cada estado discreto. Un segundo aspecto, está ligado al resolventor numérico: durante la simulación todos los bloques Scicos del modelo del sistema están activos. Esto provoca que el resolventor numérico consagre tiempo para evaluar todas las funciones definidas por los bloques provocando una reducción de velocidad consecuente en la simulación.

Para optimizar DyRelA se modificó la implementación del AEH en Scicos integrando en un solo bloque Scicos el descriptor de modos, el autómata y el generador aleatorio con el propósito de reducir la duración de la simulación.

Scilab es un software de cálculo científico abierto y libre. Scicos es una caja de herramientas importante de Scilab y proporciona un editor gráfico para la construcción modular de bloques-diagramas, a través de su editor, de sistemas dinámicos híbridos con el fin de simularlos (Campbell et al., 2006). Además de los bloques ya existentes, Scicos permite construir nuevos bloques. Cada bloque Scicos está definido por dos funciones: la función de interface y la

función de cálculo (figura 3). La primera es utilizada únicamente por el editor de Scilab y la segunda por el simulador. La función de interface debe ser escrita en lenguaje Scilab. La función de cálculo está normalmente en lenguaje C, pero ella puede ser definida también en lenguaje Scilab. La función de interface trata las interacciones con el editor, especifica la geometría del bloque, las entradas y las salidas del bloque así como el tipo de bloque. También trata los parámetros y valores de inicio de los estados discretos y continuos. La función de cálculo define el comportamiento del bloque durante la simulación y ella es llamada varias veces por el simulador.

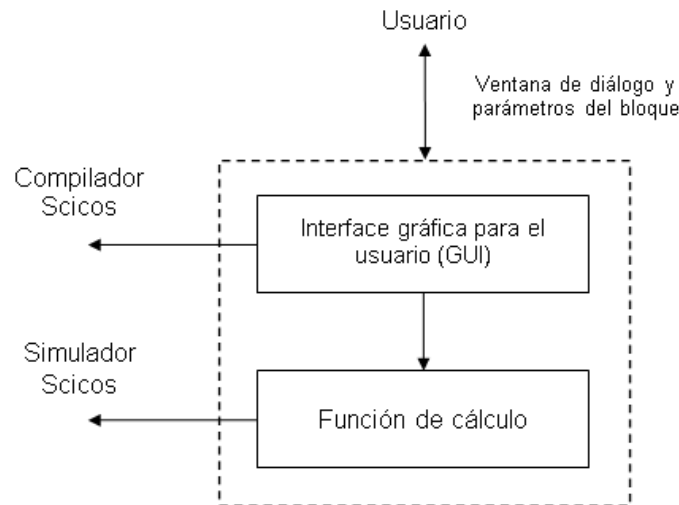


Figura 3. Bloques Scicos

La manera de llamado de la función de cálculo está caracterizada por el tipo de la función de interface: el tipo 4 es utilizado por los programas escritos en C y el tipo 5 por las funciones de cálculo de Scilab. La función de cálculo del bloque AEH ha sido escrita en C. Esta función recibe dos argumentos: la estructura del bloque y una bandera. Lo que ha permitido integrar los tres bloques de la primera versión de DyRelA son la naturaleza y las características de la bandera. La tabla 1 muestra las diferentes banderas que se han utilizado y una pequeña descripción. Esta nueva implementación del AEH toma en cuenta los diferentes modos continuos de funcionamiento del sistema a través de las ecuaciones diferenciales ordinarias y el paso de uno a otro sobre la ocurrencia de los eventos deterministas y estocásticos. Los primeros eventos son producidos por el franqueo de umbrales de las variables continuas, los segundos son producidos por las fallas de los componentes simulados por el generador aleatorio, integrado al bloque, en función de sus leyes de probabilidad.

Tabla 1. Banderas de la función de cálculo que define el bloque AEH

Banderas	Descripción
----------	-------------

0	Calcula la derivada de los estados continuos
1	Calcula las salidas del bloque
2	Actualiza los estados debidos a una activación externa
3	Programa el tiempo de activación
4	Inicia los estados continuos
5	Llama el bloque para terminar la simulación
9	Calcula el cruce por cero

Aplicación del AEH en el sistema de regulación de la temperatura de un horno

El AEH se ha aplicado a un sistema de regulación de temperatura con el fin de modelar y evaluar la fiabilidad del sistema por medio de una simulación de Monte Carlo. Se han usado las dos versiones presentadas de la implementación del AEH. Como se puede observar en la figura 4, el sistema está compuesto por dos lazos. El primero, contiene un controlador PI (proporcional e integral) cuyo rol es mantener la temperatura del horno a un valor de temperatura de referencia. El segundo lazo, es del tipo Todo o Nada (TON). Este permite conservar la temperatura del horno alrededor de la temperatura de referencia, cambiando de la potencia térmica completa a potencia cero. Estos dos lazos no pueden operar simultáneamente. Para esto, un relevador cambia los dos contactos activando el PI o el TON. La orden de cambio de uno al otro es dada por el sistema de detección cuyo papel es identificar las fallas y reparaciones y reaccionar cambiando de un regulador al otro. Al principio la temperatura es controlada por el controlador PI. Después de un tiempo aleatorio, el controlador falla y la temperatura del horno se incrementa rápidamente. El sistema de detección detecta que la temperatura ha alcanzado un valor de peligro deduciendo que el horno está fuera de control. El sistema de detección da la orden de cambio al relevador hacia el lazo del controlador TON. La temperatura del horno es ahora controlada por este controlador. Tan pronto como el sistema de detección ha detectado que la temperatura está fuera de control inicia también el proceso de reparación del controlador PI (la reparación es un tiempo aleatorio). Sin embargo, la posibilidad de la falla del TON existe. Una vez que el controlador PI es reparado el sistema de detección cambia el relevador hacia el lazo del PI controlando ahora la temperatura del horno. Se considera que el horno no falla.

En la figura 5 se presenta la simulación del sistema efectuada por el software Scicos. La curva inferior muestra el comportamiento de la temperatura manejado por los controladores PI y TON. Se puede también apreciar el comportamiento estocástico debido a las fallas y reparaciones de estos controladores.

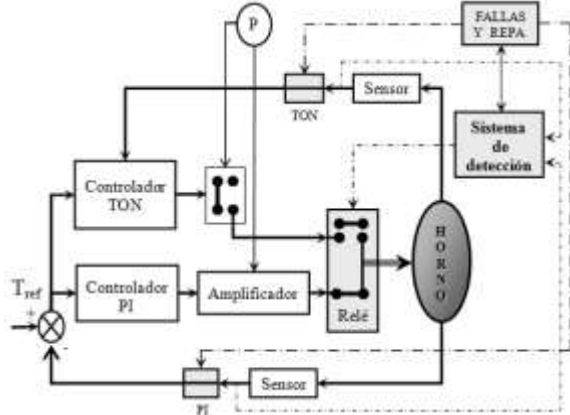


Figura 4. Sistema de regulación de la temperatura de un horno.

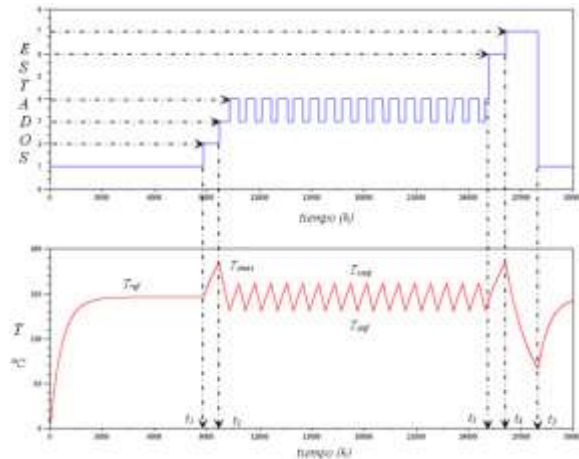


Figura 5. Simulación del AEH.

El AEH del sistema descrito está compuesto por 9 estados discretos y una variable de estado continuo: la temperatura. Este autómata es construido a partir de los autómatas de estados finitos embrionarios con el fin de tomar en cuenta todos los comportamientos y transiciones del sistema. Se aplica una sincronización a estos autómatas obteniéndose así el autómata estocástico híbrido. Posteriormente, se implementa el AEH en el ambiente informático Dyrela para efectuar la simulación de Monte Carlo la cual permitirá obtener los parámetros de la seguridad de funcionamiento del sistema. Se usan dos criterios de paro de la simulación: el primero corresponde a la precisión del cálculo y el segundo a la probabilidad de esta precisión.

Resultados

Después de haber efectuado la simulación de Monte Carlo utilizando DyRelA se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas 2 y 3. Se evaluó la disponibilidad del sistema la cual se define a la probabilidad de que el sistema esté en estado de cumplir una función requerida en las condiciones dadas en un instante de tiempo dado. También se evaluó el MTTF (mean time to failure) es decir, la duración promedio de funcionamiento antes de la falla. Finalmente, se calculó el MTTR (mean time to repair) como la esperanza matemática de la duración de reparación. Por lo tanto, se ha aproximado el MTTR por el promedio del tiempo de acceso a los estados de funcionamiento sobre el conjunto de historias simuladas en donde una historia es el paso del sistema del estado de falla hacia los estados de buen funcionamiento.

Los parámetros de la SdF antes mencionados fueron evaluados con una precisión de simulación de 0.001 y una probabilidad de guardar esta precisión de 0.98. La simulación ha sido efectuada sobre una plataforma Linux. Las tablas 2 y 3 muestran los resultados obtenidos y se puede apreciar que la versión optimizada de DyRelA proporciona una considerable reducción del tiempo de simulación.

Tabla 2. Resumen de los resultados obtenidos por simulación de Monte Carlo utilizando la estructura inicial de DyRelA

Parámetros	AEH DyRelA 1ª versión	Número de simulaciones	Tiempos de simulación
A	99,999%	34.800	28 h
MTTF	$2,270 \cdot 10^6$ h	37.350	18 h
MTTR	28,34 h	37.550	6 min

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos por simulación de Monte Carlos utilizando la estructura optimizada de DyRelA

Parámetros	AEHDyRelA versión optimizada	Número de simulaciones	Tiempos de simulación
A	99,999%	37.779	2,30 h
MTTF	$2,256 \cdot 10^6$ h	36.050	1,40 h
MTTR	28,54 h	36.750	1,17 min

Conclusiones

La modelación de un sistema dinámico híbrido con el AEH ha permitido evaluar los índices de la SdF aplicando una simulación de Monte Carlo. Se ha podido tomar en cuenta las interacciones entre el funcionamiento y mal funcionamiento para una evaluación fina de estos parámetros del SdF. Se ha podido también visualizar los cambios del estado del autómata durante el curso de la simulación a través de las curvas mostradas. Se ha podido constatar la capacidad del AEH en pilotear la simulación a pesar el comportamiento determinístico y estocástico. Los tiempos de simulación son aceptables con las computadoras de características medianas lo que permite tomar en cuenta numerosos sistemas tecnológicos. Se va a trabajar el lado numérico para encontrar las modalidades de aceleración de la simulación considerando las diferentes escalas de tiempo presentes entre los aspectos funcionales y disfuncionales.

Referencias

Alur, R., Courcoubetis C., Henzinger T. A., Ho P. H. (1993). *Hybrid automata: an algorithmic approach to the specification and verification of hybrid systems*. In Grossman R. L., Nerode A., Ravn A. P., Rischel H., editors, *Hybrid Systems I, Lecture Notes in Computer Science 736*, p. 209 – 229. Springer-Verlag.

Campbell, S. L., Chancelier, J. P. and Nikoukhah, R. (2006). *Modeling and Simulation in Scilab/Scicos*. Springer.

Henzinger, T. A.(1996). *The theory of hybrid automata*. Proceedings of the 11th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS), pp. 278 – 292.

Kermisch, C. and Labeau, P. E. (2000). Approche dynamique de la fiabilité des systèmes. Project 6/2000 de l'ISdF. Tâche n° 1 : établissement de l'état de l'art en fiabilité dynamique. Service de Métrologie Nucléaire. Université Libre de Bruxelles.

Labeau, P. E., Smidts, C. and Swaminathan, S. (2000). *Dynamique reliability: towards an integrated platform for probabilistic risk assessment*. Reliability Engineering and System Safety, Elsevier. 68, pp. 219 – 254.

Marseguerra, M. and Zio, E. (1995). *The cell-to-boundary method in Monte Carlo-based dynamic PSA*. Reliability Engineering and System Safety 48, pp. 199-204.

Najafi, M. and Nikoukhah, R. (2007). *Modeling Hybrid Automata in Scicos*. Multi-conference on Systems and Control (MSC), Singapore, 1 – 3 October.

Pérez, C., Aubry, J.-F. et N. Brinzei. (2007). *Modélisation et simulation d'un système dynamique hybride pour calculer sa fiabilité dynamique en utilisant le toolbox Scicos de Scilab*. 7e édition du Congrès International pluridisciplinaire Qualita 2007. Tanger, Maroc. pp. 311-318.

Perez, C. (2009). *Evaluation par simulation de la sûreté de fonctionnement de systèmes en contexte dynamique hybride*. Institut National Polytechnique de Lorraine – INPL. Thèse doctorale.

Pérez, C., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (2010). *DyReIA (Dynamic Reliability and Assessment)*. In 1st Workshop on DYnamic Aspects in DEpendability Models for Fault-Tolerant Systems, DYADEM-FTS 2010 in conjunction with European Dependable Computing Conference EDCC 8. Espagne.

LOS NANOTUBOS DE CARBONO Y LA IMPORTANCIA DE SU FORMA

Bonfilio Javier Arango Perdomo¹

Asunción Adriana Arango Perdomo²

Resumen

En la actualidad los nanomateriales son diseñados para aprovechar las ventajas de su nanoescala y propiedades consecuentes, las que generalmente no se ven en los materiales convencionales. Uno de estos materiales que más ha llamado la atención en la comunidad científica recientemente, son los nanotubos de carbono (NTCs) utilizados en aplicaciones específicas que dependen de su morfología y estructura, las cuales afectan directamente sus propiedades finales. Por lo mencionado anteriormente, en este trabajo se realiza un estudio sobre los NTCs y la importancia de su forma en aplicaciones específicas.

Palabras claves: Nanomateriales, nanotubos de carbono, morfología, estructura.

Nanomateriales basados en carbono

Los materiales a nanoescala se definen como aquellas sustancias en donde por lo menos una dimensión es aproximadamente menor a 100 nanómetros (Siegel R. W., 1992). Los nanomateriales han atraído la atención porque a esta escala aparecen nuevos valores en sus propiedades ópticas, magnéticas, eléctricas, entre otras y por esto, tienen la capacidad de impactar en la electrónica, en la medicina y en otros campos.

Desde el descubrimiento del primer transistor en 1951, se ha observado que el silicio es el elemento químico dominante en la industria electrónica con un progreso inexorable según las predicciones del Prof. Gordon Moore, (Moore G., 1965) cofundador de la empresa Intel. Hoy en día, este crecimiento está próximo a los límites físicos en lo que a la tecnología de silicio se refiere, por lo que los próximos avances en la industria electrónica se podrían mostrar con dispositivos basados en la organización adecuada de moléculas aumentando la complejidad de éstos, o bien con materiales que trabajen a mayor velocidad, como son el caso del grafeno y los NTCs que son una forma alotrópica del carbono.

Las distintas formas alotrópicas del carbono presentan propiedades físicas y químicas peculiares que pueden derivar en materiales de alto interés en las aplicaciones electrónicas actuales. Dentro de estas formas se tienen el diamante, el grafito, el fullereno, el grafeno y el NTC, cuyas características se han investigado ampliamente y por ellas resultan igualmente atractivas.

El descubrimiento de los fullerenos, (Kroto H. W. et al., 1985), de los NTCs (Iijima S., 1991) y del grafeno (Novoselov K. S. et al., 2004), ha dado lugar a numerosas investigaciones lo que se debe en gran medida a las inusuales propiedades asociadas a cada uno de estos nanomateriales.ⁱⁱⁱ

Nanotubos de carbono

Se considera que Iijima descubrió los NTCs (Iijima S., 1991), pero estas estructuras probablemente fueron observadas 30 años antes por Bacon Roger en 1960 (Bacon R., 1960). En 1977, durante la conferencia de Kaya, una pregunta atrevida realizada por Kubo y Endo sobre el tamaño mínimo de una fibra de carbono (Kubo R., 1977), llevó a identificar las fibras de carbono con diámetro pequeño como los NTCs y desde entonces se acuñó la terminología “nanotubo de carbono” para referirse a aquellos filamentos de carbono sintetizados en la década de los 70 y 80s, lo que más tarde se propondría teóricamente a principios de los 90 por Smalley (Smalley R., 1990) y detectados experimentalmente por Iijima a principios de la década de los 90 (Iijima S., 1991; Iijima S. et al., 1993).

La importancia del uso de los NTCs se basa en sus propiedades electrónicas, mecánicas, térmicas y catalíticas como se presenta en la Tabla 1. Estas propiedades han abierto la oportunidad de nuevas aplicaciones como electrocatalizadores o electrodos en sistemas de generación de energías renovables, electrodos de baterías, sensores de hidrógeno, biosensores, emisores de campo, adsorción de materiales, entre otras (Iijima S., 1998; Aqel A. et al., 2012).

Tabla 1. Propiedades específicas de los NTCs-SP a temperatura ambiente.

Material	Ruptura (GPa)	Módulo de Young (TPa)	Densidad (Kg ^m - ³)	Conductividad Eléctrica (Scm ⁻¹)	Conductividad Térmica (Wm ⁻¹ K)	Superficie de Área Catalítica (m ² g ⁻¹)
NTCs	200	1	1300	104	6600	1325

Fuente: O'connel M. et al., 2006; Vasiliyeva K. O. et al., 2004; Peigney A. et al., 2001.

Morfología de los nanotubos de carbono

Los NTCs con formas diferentes a los rectos tales como: toroidales (Ihara S. et al., 1993), enramados (Mackay A. I. et al., 1991; Scuseria G. E. et al., 1992; Chernozatonskii L. A. et al.,

1992) y espirales (Chuang C. et al., 2009; Dunlap B. I., 1992; Ihara S. et al., 1993) se predijeron primero de forma teórica. La Figura 1 presenta la estructura de nanotubos doblados, enramados y espirales en donde se observa que estas estructuras se basan en la inserción de defectos no hexagonales en la red. El modelo de los NTCs espirales se basa en un arreglo específico de heptágonos y pentágonos en una red hexagonal perfecta (Ihara S. et al., 1993; Dunlap B. I., 1994).

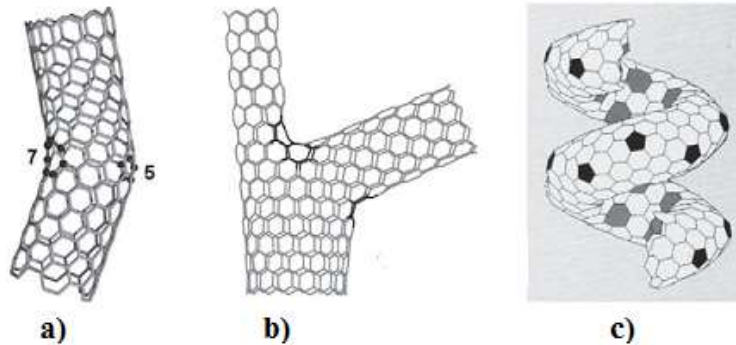


Figura 1. NTCs a) doblados (Yao Z. et al., 1999), b) enramados (Andriotis N. A. et al., 2001) y c) espirales (Ihara, S. et al., 2009).

Los estudios han demostrado que los NTCs rectos (Figura 2) son deseables para dispositivos tales como transistores de efecto de campo (Tans S. J. et al., 1998), sensores (Kong J. et al., 2000), emisores de luz (Misewich J. A. et al., 2003) y otros sistemas. El método de síntesis más atractivo para la obtención de este tipo de nanotubos es por depósito químico de vapor (Huczko A. et al., 2002). Además se ha demostrado que el arreglo de nanotubos uniforme sobre un sustrato de cristal se puede utilizar como una película para desarrollar una gran cantidad de dispositivos electrónicos (KangSj. et al., 2007; Ding L. et al., 2008; Orofeo C. M. et al., 2009).

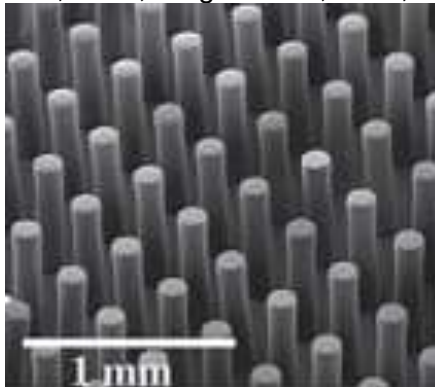


Figura 2. Micrografía obtenida por MEB de NTCs rectos (Hata, K. et al., 2004).

Los metales tales como hierro, cobalto o níquel se utilizan como catalizador para la obtención de estos NTCs, en donde todos ellos presentan el crecimiento de redes horizontales alineadas que es característico de los NTCs rectos sobre el sustrato de cuarzo con las mismas condiciones de síntesis (Yuan D. et al., 2008).

El uso de los NTCs doblados se propone en dispositivos mecánicos (nanoresortes), puntas de microscopios de fuerza atómica de alta resolución e interconexiones de nanocircuitos en dispositivos electrónicos (Zhan M. et al 2009). Se conoce que los NTCs se pueden alinear durante su crecimiento con el uso de fuerzas externas originadas por un arco eléctrico (Ural A. et al., 2002), el flujo del gas (Jin Z. et al., 2007; Huang S. et al., 2003), o la orientación de la superficie del sustrato (Han S. et al., 2005; Kocabas C. et al., 2007). La combinación apropiada de estas fuerzas es una forma de generar NTCs doblados homogéneos.

La Figura 3 presenta un arreglo de nanotubos con morfología en zigzag con dobleces de aproximadamente 90° sintetizados por el método de DQV por plasma (Aubuchon J. F. et al., 2004). El doblado de los NTCs se debe al cambio de dirección del campo eléctrico en la región de crecimiento de la muestra. En la curvatura cerrada en el nanotubo se prevé que contenga varios defectos distintos a pentágonos o hexágonos.

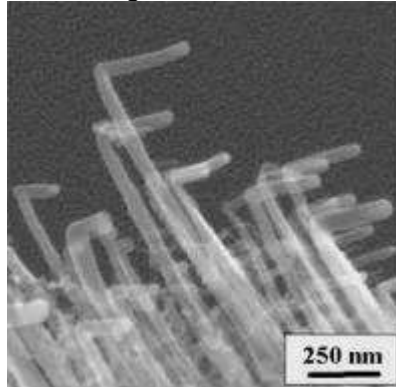


Figura 3. Micrografía obtenida por MEB de NTCs doblados (AuBuchon J. F. et al., 2004).

Los nanotubos enramados con forma de T, Y, L u otro tipo de uniones complejas, se observaron por primera ocasión al ser producidos por descarga de arco (Popov N. V., 2004). La primera síntesis de este tipo de NTCs fue reportada en 1991 por la pirólisis de acetileno en plantillas de forma Y (Li J. et al., 1999).

La obtención de los NTCs enramados se ha desarrollado principalmente por DQV (Aubuchon J. F. et al., 2004; Boskovic B. O., 2004; Satichkumar B. C. et al., 2000; Biró L. P. et al., 2002) y se han presentado algunos procesos y mecanismos de crecimiento (Su L. F. et al., 2005; Tao X. et al., 2005); en donde el proceso de una partícula simple atribuye la formación de estos NTCs a la variación en la temperatura, flujo de gas o la fuente de carbono, el cual puede cambiar la distribución de los átomos de carbono sobre las partículas catalíticas y alterar la dirección de crecimiento para formar arborescencias de NTCs tal como se presentan en la Figura 4. Un proceso de desplazamiento (Huang S. et al., 2002; Ding D. Y. et al., 2005) postula que la fase líquida de la disolución encapsulada de metal-carbono en un nanotubo de carbono puede deslizarse en pequeñas partículas y guiar el crecimiento de las ramas. Un proceso emergente (Wei D. et al., 2006; Liu B. C. et al., 2005) propone que la partícula catalítica encapsulada en dos NTCs vecinos puede unirse para formar una gran cantidad de partículas catalíticas que catalizan el crecimiento de rama extras.

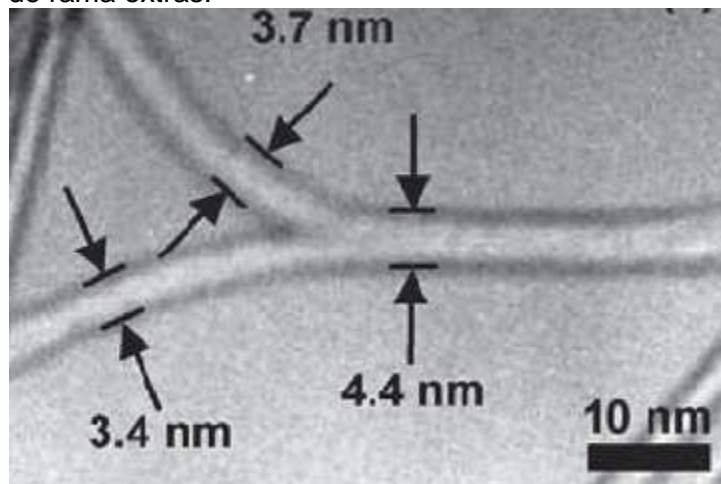


Figura 4. Micrografía obtenida por MET de NTCs enramados (Choi, Y. C. et al., 2005).

El primer modelo estructural para NTCs enramados (Scuseria G. E. et al., 1992; Chernozatonskii L. A. et al., 1992), se basó en la inserción de anillos no hexagonales en la red hexagonal ubicados en la región en donde las tres ramas de la Y se unen. Los modelos estructurales posteriores (Menon M. et al., 1997; Treboux G. et al., 1999; Meunier V. et al., 2002), siguieron el mismo principio de construcción al conservar la hibridación del sp^2 de la red de carbono diferenciándolo solo del tipo, número y acomodo de los anillos no hexagonales. Esta variación hace posible la construcción de varios modelos de uniones simétricas (Andriotis N. A. et al., 2001; Xue B. et al., 2008), asimétricas en donde se presentan varios ángulos de forma Y a T (Andriotis N. A. et al., 2001; Ihara S. et al., 1993).

Las propiedades eléctricas de los nanotubos dependen directamente de la estructura del nanotubo (quiralidad y diámetro), por lo que varias combinaciones de tubos metálicos y semiconductores se pueden construir para formar las uniones del nanotubo de carbono como la construcción de partes para circuitos integrados a nanoescala (Popov N. V., 2004; Dunlap B. I., 1992).

Los nanotubos enramados se cree que tendrán un impacto profundo en la siguiente generación de dispositivos electrónicos debido a que tienen potencial como nano-diodos, nano-transistores y nano-interconectores (Zhang M. et al., 2009). Las propiedades electrónicas de este material han sido estudiadas teóricamente (Treboux G., 1999) y medidos experimentalmente (Bandaru P. R., 2006; Papadoupoulous C. et al., 2000), mostrando un gran potencial como elemento en dispositivos nanoelectrónicos.

Los nanotubos espirales se predijeron a principios de los 90's (Dunlap B. I. et al., 1992; Itoh S. et al., 1993). Estos nanotubos se crean cuando los anillos pares de pentágonos y heptágonos se ordenan periódicamente con la red hexagonal de carbono (Gao R. et al., 2000). Los cálculos teóricos mostraron que varias formas de estructuras espirales son posibles y estas estructuras son energética y termodinámicamente estables (Ihara S. et al., 1993). Este tipo de nanotubos fueron observados por primera vez en 1994 (Amelinckx S. et al., 1994).

La Figura 5 presenta el crecimiento de nanotubos espirales sobre un sustrato de hierro recubierto con óxido de estaño-indio por DQV (Ivanov V. et al., 1994). Algunos mecanismos de formación de estos NTCs son hipotéticos (Zhong D. Y. et al., 2003; Szabó A. et al., 2005); uno de ellos menciona que la inserción de pentágonos y heptágonos en la unión son posibles teóricamente; sin embargo el modelo más aceptado es la localización de esfuerzos y proporciones anisotrópicas del depósito de carbono sobre partículas catalíticas (Zhang M. et al., 2000; Ivanov V. et al., 1994).

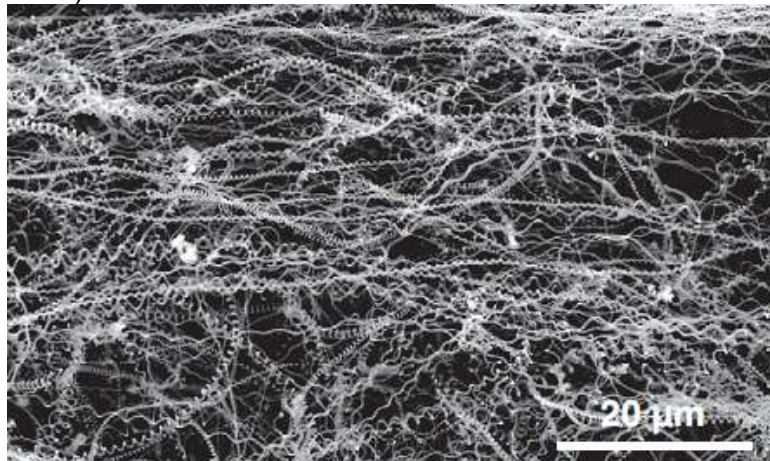


Figura 5. Micrografía obtenida por MEB de NTCs espirales (Ivanov, V. et al., 1994).

Los NTCs espirales son atractivos ya que su forma particular les permite ser utilizados como detectores de ondas electromagnéticas de alto rendimiento, resortes mecánicos a nanoescala, inductores eléctricos y generadores de haz magnéticos. El control sobre la morfología del espiral y geometría son deseables para su aplicación (Damjanovic M. et al., 2010; Wen Y. et al., 2001).

Los NTCs con esferas que se presentan en la Figura 6 se han obtenido por diferentes métodos tales como descarga de arco (de Heer W. A. et al., 2005) y por DQV a temperaturas relativamente bajas (aproximadamente 700°C) (Nakayama Y. et al., 2001). Las esferas aparecen en diferentes patrones y su estructura puede ser tanto amorfa o como grafito policristalino. Los NTC-MP tienen esferas de diámetro entre 100 y 200 nm (de Heer W. A. et al., 2005).

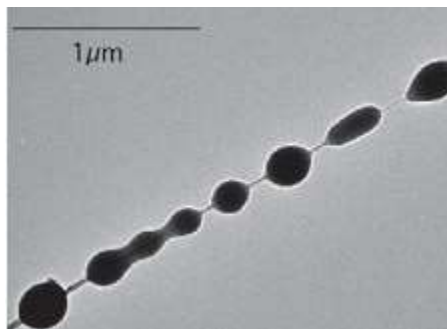


Figura 6. Micrografía obtenida por MEB de NTCs con esferas (de Heer W. A. et al., 2005).

Se espera que los NTCs con esferas incrementen la conductividad eléctrica y propiedades mecánicas de un material matriz al utilizarlos como relleno en materiales compuestos, ya que las esferas en los NTCs previenen el desplazamiento del nanotubo en el material compuesto (Zhang M. et al., 2009; Chatterjee S. et al., 2009; Song L. et al., 2008; Pilehrood M. K. et al., 2012).

Existen otros tipos de NTCs como el bambú (Nemes-Incze P. et al., 2007, Wang X. et al., 2001; Yadav R. M. et al., 2009; Zhang X. X. et al., 2001) y el ondulado (Iijima S. et al., 1996; Zhang M. et al., 2005; Zhang X. et al., 2007) que no se detallan pero son de gran interés, ya que por sus propiedades tienen potenciales aplicaciones específicas.

Conclusiones

Las propiedades de los NTCs dependen directamente de sus formas, las que impactan directamente en su desempeño al ser utilizados en una aplicación específica. Los NTCs con diferentes formas tendrán un impacto significativo en su aplicación solamente cuando se puedan producir con propiedades uniformes a grandes escalas. En la síntesis de los NTCs, el control preciso de su morfología en posiciones específicas es un reto.

Referencias bibliográficas

Amelinckx S., Zhang X. B., Bernaerts D., Zhang X. F., Ivanov V., Nagy J. B., (1994), A Formation Mechanism of Catalytically Grown Helix-Shaped Graphite Nanotubes, *Science*, Vol. 265, pp. 635-639.

Andriotis N. A., Menon M., Sirvastava D., Chernozatonskii L., (2001), Ballistic Switching and Rectification in Single Wall Carbon Nanotube Y Junctions, *Applied Physics Letters*, Vol. 79, pp. 266-268.

Aqel A., Kholoud M. M., Abou El-Nour, Reda A. A. A., Adulrahman Al-Warhman, (2012), Carbon Nanotubes, Science and Technology part (I) structure, Synthesis and Characterization, Arabian Journal of Chemistry, Vol. 5, pp. 1-23.

AuBuchon J. F., Chen Li-Han, Gapin A., Kim Dong-Wook, Daraio C., Jin S., (2004), Multiple Sharp Bendings of Carbon Nanotubes During Growth to Produce Zigzag Morphology, American Chemical Society, Vol. 4, pp. 1781-1784.

Bacon R., (1960), Growth, Structure, and Properties of Graphite Whiskers, Journal of Applied Physics, Vol. 31, pp. 283-290.

Bandaru P. R., (2006), Electrical Characterization of Carbon Nanotube Y-Junctions: A Foundation for New Nanoelectronics, Journal of Materials Science, Vol. 42, pp. 1809-1818.

Biró L. P., Ehlich R., Osváth Z., Koós A., Hováth Z. E., Gyulai J., Nagy J. B., (2002), From Straight Carbon Nanotubes to Y-Branched and Coiled Carbon Nanotubes, Diamond and Related Materials, Vol. 11, pp. 1081-1085.

Boskovic B. O. Stolojan V., Zeze D. A., Forrest R. D., Silva S. R. P., (2004), Branched Carbon Nanofiber Network, Synthesis at Room Temperature Using Radio Frequency Supported Microwave Plasmas, Journal of Applied Physics, Vol. 96, pp. 3343-3346.

Chatterjee S., Lee M. W., Woo S. H., (2009), Enhanced Mechanical Strength of Chitosan Hydrogel Beads by Impregnation with Carbon Nanotubes, Carbon, Vol. 47, pp. 2933-2939.

Chernozatonskii L. A., (1992), Carbon Nanotube Connectors and Planar Jungle Gyms, Physics Letters A, Vol. 172, pp. 173-176

Chuang C., Fan Yuan-Chia, Jin Buh-Yaw, (2009), Generalized Classification Scheme of Toroidal and Helical Carbon Nanotubes, Journal of Chemical Information and Modeling, Vol. 49, pp. 361-368.

Damnjanovic M., Milosevic I., (2010), Helically Coiled Carbon Nanotubes, Contemporary Materials, Vol. 1, pp. 1-3.

de Heer W. A., Poncharal P., Berger C., Gezo J., Song Z., Bettini J. Ugarte D., (2005), Liquid Carbon, carbon Glass Beads, and the Crystallization of Carbon Nanotubes, Science, Vol. 307, pp. 907-910.

Ding D. Y., Wang J. N., Yu F., Su L. F., (2005), Influence of Pyrolysis Temperature on the Growth of Y-Junction carbon Nanotubes, Applied Physics Letters A: Materials Science & Processing, Vol. 81, pp. 805-808.

Ding L., Yuan D., Liu J., (2008), Growth of High-Density Parallel Arrays of Long Single Walled Carbon Nanotubes on Quartz Substrates, Journal of the American Chemical Society, Vol. 130, pp. 5428-5429.

Dunlap B. I., (1992), Connecting Carbon Tubules, Physics Review B, Vol. 46, pp. 1933-1936.

Gao R., Wang Z. L., Fan S., (2000), Kinetically Controlled Growth of Helical and Zigzag Shapes of Carbon Nanotubes, Journal of Physical Chemistry B, Vol. 104, pp. 1227-1234.

Han S., Liu X., Zhou C., (2005), Template-Free Directional Growth of Single -Walled Carbon Nanotubes on A- and R-Plane Sapphire, Journal of the American Chemical Society, Vol. 127, pp. 5294-5295.

Huang S., Cai X., Liu J., (2003), Growth of Millimeter-Long and Horizontally Aligned Single-Walled Carbon Nanotubes on Flat Substrates, Journal of the American Chemical Society, Vol. 125, pp. 5636-5637.

Huang S., Dai L., Mau A., (2002), Synthesis and Structures of Aligned Branched Carbon Nanotubes Produced by Pyrolysis of Iron(II) Phtalocyanine, Physica B, Vol. 323, pp. 336-338.

Huczko A., (2002), Synthesis of aligned Carbon Nanotubes, Applied Physics A Materials Science & Processing, Vol. 74, pp. 617-638.

Ihara S., Itoh S., Kitakami Jun-Ichi, (1993), Toroidals Forms of Graphitic Carbon, Physical Review B, Vol. 47, pp.12908-12911.

Iijima S., (1991), Helical Microtubules of Graphitic Carbon, Nature Vol. 354, pp. 56-58.

Iijima S., (1996), Structural Flexibility of Carbon Nanotubes, *Journal of Chemistry and Physics*, Vol. 104, 2089-2092.

Iijima S., (1998), Carbon Nanotubes and Their Recent Development, *IEEE*, pp. 520-525.

Iijima S., Ichihashi T., (1993), Single-Shell Carbon Nanotubes of 1 nm Diameter, *Nature*, Vol. 363, pp. 603-605.

Itoh S., Ihara S., (1993), Toroidal Forms of Graphitic Carbon. II. Elongated Tori, *Physical Review B*, Vol. 48, pp. 8323-8328.

Ivanov V., Nagy J. B., Lamnin Ph., Lucas A., Zhang X. B., Bernaerts D., Van Tendelco G., Amelinckx S., Van Landuyt J., (1994), The Study of Carbon Nanotubes Produced by Catalytic Method, *Chemical Physics Letters*. Vol. 223, pp. 329-335.

Jin Z., Chu H., Wang J., Hong J., Tan W., Li Y., (2007), Ultralow Feeding Gas Flow Guiding Growth of Large-Scale Horizontally Aligned Single-Walled Carbon Nanotube Arrays, *Nano Letters*, Vol. 7, pp. 2073-2079.

Kang S.J., Kocabas C., Ozel T., Shim M., Pimparkar N., Alam MA., RotkinSV., Rogers JA., (2007), High-Performance Electronics Using Dense, Perfectly Aligned Arrays of Single-Walled Carbon Nanotubes, *Nat Nanotech*, Vol. 2, pp. 230-236.

Kocabas C., Kang S. J., Ozel T., Shim M., Rogers J. A., (2007), Improved Synthesis of Aligned Arrays of Single-Walled Carbon Nanotubes and Their Implementation in Thin Film Type Transistors, *Journal of Physics Chemistry C*, Vol. 111, pp. 17879-17886.

Kong J., Franklin N. R., Zhou C., Chapline M. G., Peng S., Cho K., Dai H., (2000), Nanotube Molecular Wire as Chemical Sensor, *Science*, Vol. 287, pp. 622-625.

Kroto H. W., Heath J. R., O'Brien S. C., Curl R. F., Smalley R. E., (1985), C₆₀: Buckminsterfullerene, *Nature*, Vol. 318, pp. 162-163.

Kubo R., (1977). (Comunicación privada a M. Endo, conferencia de Kaya).

Li J., Papadopoulos C., Xu J., (1999), Nanoelectronics: Growing Y-Junction Carbon Nanotubes, *Nature*, Vol. 402, pp. 253-254.

Liu B. C., Lee T. J., Jung S. I., Park C. Y., Chao Y. H., Lee C. J., (2005), Synthesis of Well-Aligned Carbon Nanotubes with Open Tips, *Carbon*, Vol. 43, pp. 1341-1346.

Mackay A. I., Terrones H., (1991), Diamond From Graphite, *Nature*, Vol. 352, pp. 762.

Menon M., Srivastava D., (1997), Carbon Nanotube "T-Junctions". *Nanoscale, Metal-Semiconductor-Metal Contact Devices*, *Physics Review Letters*, Vol 79, pp. 4453-4456.

Meunier V., Nardelli M. B., Bernholc J., Zacharia T., Jean-Christophe C., (2002), Intrinsic Electron Transport Properties of Carbon Nanotubes Y-Junctions, *Applied Physics Letters*, Vol. 81, pp. 5234-5236.

Misewich J. A., Martel R., AvourisPh, Tsang J. C., Heinze S., Tersoff J., (2003), Electrically Induced Optical Emission From a Carbon Nanotube FET, *Science*, Vol. 300, pp. 783-786.

Moore G., (1965), Cramming More Components onto Integrated Circuits, *Electronics*, Vol. 28.

Nakayama Y., Zhnag M., (2001), Synthesis of Carbon Nanochaplets by Catalytic Thermal Chemical Vapor Deposition, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 40, pp. L492-L494.

Nemes-Incze P., Daróczy N., Sárcózs Z., Koós A. A., Kertész K., Tipriğan O., Horvath Z. E., Darabont Al., Biró L. P., (2007), Synthesis of Bamboo-Structured Multiwall Carbon Nanotubes by Spray pyrolysis Method, Using a Mixture of Benzene and Pyridine, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, Vol. 9, pp. 1525-1529.

Novoselov K. S., Geim A. K., Morozov S. V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S. V., Grigorieva I. V., Firsov A. A., (2004), Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films, *Science*, Vol. 306, pp. 666-669.

O'connell M. J., (2006), *Carbon Nanotubes Properties and Applications*, Taylor & Francis.

Oberlin A., Endo M., Koyama T., (1976), Filamentous Growth of Carbon Through Benzene Decomposition, *Journal of Crystal Growth*, Vol. 32, pp. 335-349.

Orofeo C. M., Ago H., Yoshihara N., Tsuji M., (2009), Top-Down Approach to Align Single-Walled Carbon Nanotubes on Silicon Substrate, *Applied Physics Letters*, Vol. 94, pp. 053113-053115.

Papadopoulos C., Rakitin A., Li J., Vedenev A. S., Xu J. M., (2000), Electronic Transport in Y-Junction carbon nanotubes, *Physical Review Letters*, Vol. 85, pp. 3476-3479.

Peigney A., Laurent Ch., Flahaut E., Bacsa R. R., Rousset A., (2001), Specific Surface Area of Carbon Nanotubes and Bundles of Carbon Nanotubes, *Carbon*, Vol. 39, pp. 507-514.

Pilehrood M. K., Heikkilä P., Harlin A., (2012), Preparation of Carbon Nanotube Embedded in Polyacrylonitrile (PAN) Nanofiber Composites by Electrospinning Process, *AUTEX Research Journal*, Vol. 12, pp. 1-6.

Popov N. V., (2004), Carbon Nanotubes: Properties and Applications, *Materials Science Engineering R: Reports*, Vol. 43, pp. 61-102.

Satishkumar B. C., Thomas J. P., Govindaraj, Rao C. N. R., (2000), Y-Junction Carbon Nanotubes, *Applied Physics Letters*, Vol. 77, pp. 2530-2532.

Scuseria G. E., (1992), Negative Curvature and Hyperfullerenes, *Chemical Physics Letters*, Vol. 195, pp. 534-536.

Siegel R. W., (1992), *Nanostructured Materials*.

Smalley R., (1990), National Institute of Standards and Technology, pp. 6-7.

Song L., Holleitner A. W., Qian H., Hartschuh A., Döbling M., Weig E. M., Kotthaus J. P., (2008), A Carbon Nanofilament-Bead Necklace, *Journal of Physical Chemistry*, Vol. 112, pp. 9644-9649.

Su L. F., Wang J. N., Yu F., Sheng M., (2005), Continuous Synthesis of Y-Junction Carbon Nanotubes by Catalytic CVD, *Wiley: Chemical Vapor Deposition*, Vol. 11, pp. 334-338.

Szabó A., Fonseca A., Nagy J. B., Lambin Ph., Biróp L. P., (2005), Structural origin of Coiling in Coiled Carbon Nanotubes, *Carbon*, Vol. 43, pp. 1628-1633.

Tans S. J., Verschueren A. R. M., Dekker C., (1998), Room-Temperature Transistor Based on A Single Carbon Nanotube, *Letters to Nature*, Vol. 393, pp. 49-52.

Tao X., Zhang X., Cheng J., Wang Y., Liu F. Luo Z., (2005), Synthesis of Novel Multi-Branched Carbon Nanotubes with Alkali-Element Modified Cu/MgO Catalyst, *Chemical Physics Letters*, Vol. 409, pp. 89-92.

Treboux G., (1999), Symmetry Effects on the Conductance of Nanotube Junctions, *Journal of Physical Chemistry B*, Vol. 103, pp. 10378-10381.

Treboux G., Lapstun P., Silverbrook K., (1999), Conductance in Nanotubes Y-Junctions, *Chemical Physics Letters*, Vol. 306, pp. 402-406.

Ural A., Li Y., Dai H., (2002), Electric-Field-Aligned Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes on Surfaces, *Applied Physics Letters*, Vol. 81 pp. 3464-3466.

Vasilievna K. O., Ortíz M. U., (2004), Síntesis de Nanoestructuras de Carbono Mediante Microondas, *Ingenierías*, Vol. 8, pp. 6-11.

Wang X., Hu W., Liu Y., Long Ch., Xu Y., Zhou S., Zu D., Dai L., (2001), Bamboo-Like Carbon Nanotubes Produced by Pyrolysis of Iron(II) Phtalocyanine, *Carbon*, Vol. 39, pp. 1533-1536.

Wei D., Liu Y., Cao L., Fu L., Li X., Wang Y., Yu G., Zhu D., (2006), A New Method to Synthesize Complicated Multibranched Carbon Nanotubes with Controlled Architecture and Composition, *Nano Letters*, Vol. 6, pp. 186-192.

Wen Y., Shen Z., (2001), Synthesis of Regular Coiled carbon Nanotubes by Ni-Catalyzed Pyrolysis of Acetylene and A Growth Mechanism Analysis, *Carbon*, Vol. 39, pp. 2369-2386.

Xue B., Shao X., Cai W., (2008), Structures and Stabilities of Multi-Terminal Carbon Nanotube Junctions, *Computational Materials Science*, Vol. 43, pp. 531-539.

Yadav R. M., Dobal P. S., Shripathi T., Katiyar R. S., Srivastava O. N., (2009), Effect of Growth Temperature on Bamboo-Shaped Carbon-Nitrogen (C-N) Nanotubes Synthesized Using Ferrocene Acetonitrile Precursor, *Nanoscale Research Letters*, Vol. 4, pp. 197-203.

Yuan D., Ding L., Chu H., Feng Y., McNicholas T. P., Liu J., (2008), Horizontally Aligned Single-Walled Carbon Nanotube on Quartz From a Large Variety of Metal Catalysts, *Nanoletters*, Vol. 8, pp. 2576-2579.

Zhang M., Fang S., Zakhidov A. A., Lee S. B., Aliev A. E., Williams Ch. D., Atkinson K. R., Baughman R. H., (2005), Strong, Transparent, Multifunctional, Carbon Nanotube Sheets, *Science*, Vol. 19, pp. 1215-1219.

Zhang M., Li J., (2009), Carbon Nanotubes in Different Shapes, *Materials Today*, Vol. 12, pp. 6-18.

Zhang M., Nakayama Y., Pan L., (2000), Synthesis of Carbon Tubule Nanocoils in High Yield Using Iron-Coated Indium Tin Oxide as Catalys, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 39, pp. L1242-L1244.

Zhang X. X., Li Z. Q., Wen G. H., Fung K. K., Chen Jiuling, Li Yongdan, (2001), Microstructure and Growth of Bamboo-Shaped Carbon Nanotubes, *Chemical Physics Letters*, Vol. 333, pp. 509-514.

Zhang X., Li Q., Holesinger T. G., Arendt P. N., Huang J., Kirven D. P., Clapp T. G., DePaula R. F., Liao X., Zhao Y., Zheng L., Peterson D. E., Zhu Y., (2007), Ultrastrong, Stiff and Lightweight Carbon Nanotube Fibers, Vol. 19, pp. 4198-4201.

Zhong D. Y., Liu S., Wang E. G., (2003), Patterned Growth of Coiled Carbon Nanotubes by a Template-Assisted Technique, *Applied Physics Letters*, Vol. 83, pp. 4423-4425.

OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE GRASA ANIMAL

M.C. Francisco Ramón Díaz Arriaga¹
M.I.A. Lucila Juárez Mendoza²
I.Q. Ana Luisa Flores Pérez³

RESUMEN

En este artículo se presenta un estudio experimental sobre la producción y utilización de biodiesel a partir de la grasa de pollo, específicamente de la que se produce por la cocción del pollo en rosticerías de la región de Orizaba. El rendimiento que se obtuvo fue del 78% bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente y una concentración del catalizador del 20%. El biodiesel que se obtiene puede ser mezclado con el biodiesel de origen fósil, en proporciones hasta del 15%, sin que la mezcla resultante se salga de las especificaciones de calidad estipuladas en los estándares internacionales, aunque esta combinación reduce las emisiones de gases tóxicos en un 31%. Por los resultados obtenidos en rendimiento podemos comentar que la producción de biodiesel a partir de la grasa de pollo es una alternativa muy interesante aunque los requerimientos de catalizador lo hace un tanto costoso. Otra ventaja importante es que de acuerdo a la literatura este biocombustible reduce las emisiones de CO₂ por lo que podemos considerar una alternativa de bioenergético al biodiesel obtenido a partir de la grasa animal.

INTRODUCCION

El ritmo de vida de la sociedad actual ha generado una serie de necesidades para desarrollar actividades diarias, en especial requerimientos energéticos, esta misma necesidad ha provocado que el uso desmedido de energía de fuentes fósiles, tenga consecuencias irreversibles sobre el medio ambiente y contribuir al cambio climático por la producción y emisiones de gases con efecto invernadero.

En México se visualiza un futuro muy prometedor para el tema de las energías renovables ya que dentro del Programa Sectorial de Energía 2007-2012 se retoman los objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo y propone impulsar las energías renovables (Maserá Cerutti, 2001).

En la actualidad se encuentra en boga el tema de las energías alternativas como una solución a los problemas de contaminación ambiental sobre todo en la producción y emisión de gases con efecto invernadero, una de esas alternativas energéticas son los biocombustibles o bioenergéticos específicamente el biodiesel el cual es un combustible líquido que no contiene azufre, aromatizantes ni benceno, no es tóxico y es biodegradable y se puede obtener a partir de grasas vegetales como la higuera o de grasas animales

El biodiesel es una fuente alternativa de energía que se puede utilizar total o parcialmente en cualquier motor diesel, como en camiones y automóviles, ya que aumenta la eficiencia y duplicidad del motor, sin requerir ninguna modificación, lo que representa una ventaja importante, además de ser biodegradable y por lo tanto amigable con el medio ambiente.

¹ Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacan; 3803397. ingfdiaz749@gmail.com

² Maestra en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lucyjum@gmail.com

³ Ingeniero Químico; Instituto Tecnológico de Orizaba; (238)3803397. lisana.fp@gmail.com

En México se tiene muy poca experiencia con el uso de biodiesel y no existen normas que regulen su proceso.

Se considera que México cuenta con áreas de oportunidad para emprender proyectos que permitan la introducción del uso de biodiesel en vehículos automotores, principalmente en el ramo de vehículos destinados al transporte de carga y pasajeros, sin embargo para que estos sean viables se requiere contar con algunos elementos indispensables como concertar las estrategias necesarias entre el gobierno federal, gobiernos estatales, instituciones de investigación, fabricantes, agricultores, empresarios, así como las cámaras del autotransporte de carga y pasaje que permitan impulsar el uso masivo del biodiesel en nuestro país.

Según el estudio "Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México" menciona que una alternativa para la introducción y empleo de biodiesel en México se puede basar en materias primas de bajo costo, como es el caso de los aceites y grasas recicladas (Roldán y Gómez 2006).

OBJETIVO.

Obtener biodiesel a partir de grasa de origen animal proveniente de las rosticerías de la región de Orizaba; Veracruz.

MARCO TEÓRICO.

El biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, nuevos o usados, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del diesel o gasóleo obtenido del petróleo, el término "bio" se refiere a su naturaleza renovable y "diesel" se refiere a su uso en motores de este tipo.

El biodiesel se describe químicamente como compuestos orgánicos de ésteres mono alquílicos de ácidos grasos de cadena larga y corta. Puede ser usado en cualquier motor diesel de forma pura o mezclado con el diesel, no es necesario efectuar ninguna modificación especial en los motores para poder emplear este combustible.

Este combustible posee un punto de inflamación de 150° C a comparación del diesel que es de 64° C. El biodiesel esta hecho comúnmente alterando químicamente un aceite orgánico con el uso de un catalizador y de un alcohol, típicamente metanol. La reacción química que ocurre con este proceso analiza las moléculas del aceite y sustituye la porción de la glicerina molecular por una molécula del alcohol. El biodiesel entonces se lava típicamente, para quitar cualquier impureza adicional y después se utiliza como combustible en un motor diesel sin ninguna modificación al motor.

En el proceso de transesterificación los esterres que forman parte de las grasas y aceites, llamados triglicéridos (ésteres de glicerina), reaccionan con metanol (CH_3OH), obteniéndose ésteres metílicos (biodiesel) y glicerina.

Se emplea hidróxido de sodio (NaOH), u otra base similar, como catalizador. Se pueden emplear otros alcoholes, aunque generalmente es metanol, obteniéndose los correspondientes ésteres.

El biodiesel puede mezclarse con gasóleo procedente del refinado de petróleo en diferentes cantidades. Se utilizan notaciones abreviadas según el porcentaje por volumen de biodiesel en la mezcla: B100 en caso de utilizar sólo biodiesel, u otras notaciones como B5, B15, B30 o B50, donde la numeración indica el porcentaje por volumen de biodiesel en la mezcla.

El aceite, cuyas propiedades para la impulsión de motores se conocen desde la invención del motor diesel gracias a los trabajos de Rudolf Diesel, ya se destinaba a la combustión en motores de ciclo diesel convencionales o adaptados.

A principios del siglo XXI, en el contexto de búsqueda de nuevas fuentes de energía y la creciente preocupación por el calentamiento global del planeta, impulsó su desarrollo para su utilización en automóviles como combustible alternativo a los derivados del petróleo.

El impacto ambiental y las consecuencias sociales de su previsible producción y comercialización masiva, especialmente en los países en vías de desarrollo o del Tercer Mundo generan aumento de la deforestación de bosques nativos, expansión indiscriminada de la frontera agrícola, desplazamiento de cultivos alimentarios y ganadería, destrucción del ecosistema y la biodiversidad, desplazamiento de trabajadores rurales.

Se ha propuesto en los últimos tiempos denominarlo agrodiesel ya que el prefijo "bio" a menudo es asociado erróneamente con algo ecológico y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, algunas marcas de productos del petróleo ya denominan agrodiesel al gasóleo agrícola o gasóleo B, empleado en maquinaria agrícola.

Transesterificación de triglicéridos.

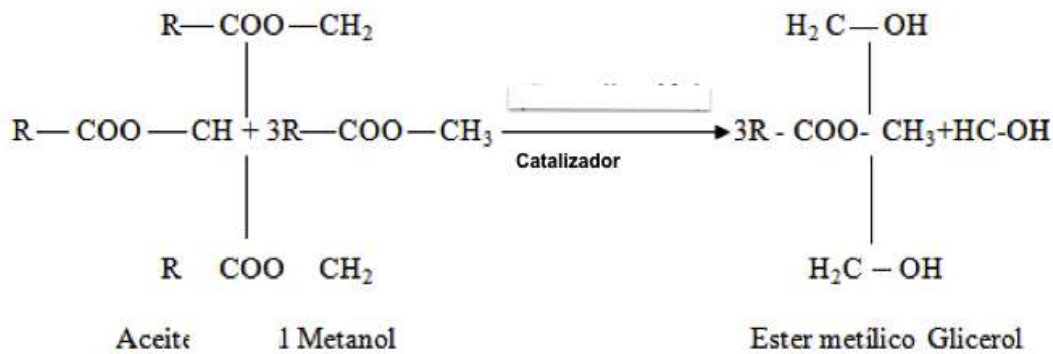
Aunque la esterificación es un proceso posible, sin embargo el método utilizado comercialmente para la obtención de biodiesel es la transesterificación (también llamada alcoholisis).

El proceso de transesterificación consiste en combinar, el aceite o grasa animal con un alcohol ligero, normalmente metanol y deja como residuo de valor añadido propanotriol (glicerina) que puede ser aprovechada por la industria cosmética, entre otras.

Se basa en la reacción de moléculas de triglicéridos (el número de átomos de las cadenas esta comprendido entre 15 y 23, siendo el más habitual de 18 átomos) con alcoholes de bajo peso molecular (metanol, etanol, propanol, butanol) para producir ésteres y glicerina (que puede ser utilizada en la industria cosmética, alimentaria, farmaceutica, etc.).

La reacción de transesterificación, que se presenta en la figura 1, se desarrolla en una proporción molar de alcohol a triglicérido de 3 a 1, reaccionando en la metanólisis 1 mol de triglicérido con 3 moles de alcohol (aunque se añade una cantidad adicional de alcohol para desplazar la reacción hacia la formación del éstermetílico). El triglicérido es el principal componente del aceite vegetal o la grasa animal. Además, la formación de la base de la glicerina, inmiscible con los ésteres metílicos, juega un papel importante en el desplazamiento de la reacción hacia la derecha, alcanzándose conversiones cercanas al 100% (Freedman, 1984).

Fig. 1 Reacción de Transesterificación



Fuente: Elaboración propia

METODOLOGÍA.

El trabajo experimental se realizó en dos fases. La primera de ellas incluye la caracterización de la materia prima y proceso de obtención. En la segunda la determinación de las propiedades del biocombustible obtenido.

Caracterización de la materia prima.

Los restos de aceite (materia prima), provenientes de la cocción del pollo con el cual se trabajó, se obtienen de las rosticerías donde el residuo tiene como destino tiraderos de basura o su reutilización para freír el arroz, papas, etc. Por la tarde se recolecta el residuo, se introduce en cubetas y se transportan al punto de recolección para su acondicionamiento.

Cuando la materia prima llega al punto de recolección, se deja reposar durante 48 horas, para que los sólidos suspendidos sedimenten, después se decanta y posteriormente se deja reposar 12 horas más, para asegurar la eliminación total de sólidos.

Además de la grasa animal también se emplea Metanol (alcohol metílico) con una pureza del 99% lo que quiere decir que tiene el 1% o menos de agua e hidróxido de sodio grado reactivo; se debe tener especial cuidado en mantenerlo seco.

Proceso de producción de biodiesel.

El biodiesel fue obtenido mediante la transesterificación del aceite de la grasa de pollo con metanol (metanálisis) utilizando NaOH como catalizador y se utilizó un metanol con un 99.9% de pureza.

Para que la reacción química se produzca sin problemas, se debe calentar el aceite hasta aproximadamente los 48 – 54 °C (120-130 °F). Para mezclar adecuadamente se utilizó una batidora ajustando la velocidad (3500 rpm), la forma de la hélice o su tamaño. Luego se vierte el metóxido, previamente preparado mediante el mezclado del metanol con el NaOH en el aceite mientras se bate y se sigue agitando la mezcla durante 60 minutos.

Durante la transesterificación los ácidos grasos se separan de la glicerina y el metanol se une a ellos formando metilésteres o etilésteres (si se utiliza etanol). El hidróxido de sodio estabiliza la glicerina.

Dejar que la mezcla que repose y se enfríe por ocho horas. La glicerina forma una masa gelatinosa y más oscura en el fondo y los metilésteres (biodiesel) flotan en la parte superior, ocupando los tamices se filtra el biodiesel de la glicerina solidificada para que esta quede retenida en el tamiz y el biodiesel en un recipiente.

La fase de metilésteres se sometió a un proceso de lavado varias veces. En el primer lavado es mejor añadir un poco de vinagre (ácido acético) al agua. Con el ácido acético se consigue que el pH del biodiesel sea casi neutro, porque se une a los restos de hidróxido de sodio y los neutraliza.

Se pone primero agua en el recipiente hasta completar aproximadamente un tercio del volumen. Luego agregar el biodiesel, después de agitar con cuidado estos dos líquidos, se deja que repose algunas horas hasta obtener la separación de los dos líquidos. El biodiesel limpio queda encima y el agua con los jabones disueltos se puede sacar por una válvula en el fondo del recipiente.

Después del tercer lavado el agua que queda se puede separar calentando lentamente hasta que se evapore por completo y el biodiesel deje de borbotear. El producto final debe tener pH 7.

RESULTADOS.

El producto del presente trabajo fue el biodiesel del cual se obtuvo un rendimiento del 78% ya que por cada litro de aceite se obtuvo en promedio 780 ml de biodiesel.

Las pruebas realizadas a la grasa que se utilizó fueron las siguientes: humedad, cenizas, porcentaje de saponificación e índice de refracción como se puede observaren la tabal 1.

Tabla 1. Análisis realizados al aceite

Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Saponificación (mg/g)	Índice de refracción
1	2.09	0.0698	190.74	73.80
2	1.20	0.0597	210.93	70.95
3	1.77	0.0799	200.83	72.21
Promedio	1.68	0.069	200.83	72.31

Las características de la grasa define la calidad del producto obtenido por ello es de vital importancia un tratamiento previo a la grasa que se emplea y medir al menos los parámetros anteriores para estimar la viabilidad de la producción de biodiesel ya que influyen directamente en el proceso.

Por ejemplo un alto contenido de agua en el aceite favorece la formación de jabones en presencia del catalizador alcalino, los jabones son perjudiciales porque contaminan el producto final y porque forman emulsiones muy inestables. Por esto debe asegurarse la menor cantidad de agua durante el proceso, lo cual implica un secado del aceite y el uso de alcoholes de más del 98.5% de pureza.

Son estas características lo que hacen a la materia prima atractiva para producir biodiesel y obtener un subproducto importante como lo es la glicerina la cual se puede emplear en otros procesos como la industria de los cosméticos.

CONCLUSIONES

Las energías alternativas son una opción para dar solución al problema de la sobre explotación de energías de origen fósil.

Al término de proyecto se llegó al objetivo deseado, ya que se elaboró biodiesel utilizando como materia prima la grasa de pollo obtenida de las rosticerías. Los resultados obtenidos en los análisis al producto terminado nos indican que el biodiesel obtenido es de buena calidad para su uso como combustible, creándose una alternativa para la elaboración de nuevos combustibles ya que la materia es de fácil adquisición y sin ningún costo, además de obtener glicerina la cual también tiene muchas aplicaciones.

De acuerdo con los resultados, el rendimiento que se obtuvo fue del 78% y una concentración del catalizador del 20%. El biodiesel que se obtiene puede ser mezclado con el biodiesel de origen fósil, en proporciones hasta del 15%, sin que la mezcla resultante se salga de las especificaciones de calidad estipuladas en los estándares internacionales.

Se confirma la viabilidad de la elaboración de un biocombustibles a partir de residuos generados por rosticerías colaborando en la disminución de estos residuos permitiendo así que estos no finalicen en basureros en el alcantarillado o en su defecto que sean reutilizados en expendios de comida para freír alimentos, ocasionando así que se generen “nitrosaminas” las cuales son cancerígenas para el ser humano, producidas por el recalentamiento que se le da al aceite.

REFERENCIAS

Aguilar Sánchez, Luis. 1997. Control de la calidad. Editorial Minerva. México.

Castellano, María. 1998. Calidad total. Editorial La Prensa Médica. México.

Freedman et tal. 1984 Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils. JAOCS Vol. 61 No.10.

Harriot Peter, L. McCabe Warren, C. Smith Julian. 1991. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Editorial McGraw Hill/Interamericana.

J. Geankoplis Christie. 2003. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Editorial Continental.

Perry Robert H. 1992. Manual del Ingeniero Químico. Editorial McGraw Hill/Interamericana. México.

Masera Cerutti O. y Colaboradores. 2001. La Bioenergía en México: situación actual y perspectiva. Cuaderno Temático No. 4, Red Mexicana de Bioenergía A.C.

Torres Roldán Francisco, Gómez Morales Emanuel. 2006. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. Secretaría de Energía.

SÍNTESIS DE CALCOGENUROS DEL TIPO TERNARIO PARA OBTENER ELECTROCATALIZADORES CATÓDICOS RuXWYSZ/C.

Asunción Adriana Arango Perdomo¹

Bonfilio Javier Arango Perdomo²

Resumen

La búsqueda de materiales alternativos al platino comercial es uno de los principales retos en el campo de la electrocatálisis y la investigación científica; porque hasta ahora, no se ha encontrado un material que tenga todas las ventajas que presenta el platino en medio ácido para la reacción de reducción de oxígeno (RRO) que pueda ser utilizado eficientemente como cátodo en las celdas de combustible de membrana de electrolito polimérico (PEMFCs).

Este artículo aborda el análisis y el estudio de una reacción química entre metales de transición, específicamente entre tiosales de tungsteno y rutenio del grupo VIIIB, que hace factible la producción de precursores catalíticos soportados en carbón Vólcan para obtener electrocatalizadores basados en calcogenuros. Los materiales resultantes se caracterizaron por difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB) y microscopía electrónica de transmisión (MET). El electrocatalizador comercial de Pt/C al 20 % en peso metálico se utilizó para comparar el desempeño catódico de los electrocatalizadores sintetizados, los cuales presentan una eficiencia del 81 % para el RuXWYSZ /C y del 43 % para el RuXWYS2Z /C.

Palabras clave: Calcogenuros, electrocatalizadores, catódico, PEMFC.

Introducción.

La reacción electroquímica global de una celda de combustible PEMFC es controlada por la reacción catódica, ya que es cinco órdenes de magnitud más lenta que la reacción anódica. El proceso catódico en donde ocurre la RRO involucra un electrocatalizador que comúnmente es

un material precioso tal como el platino, que es un metal caro y se envenena fácilmente al reaccionar con partículas de monóxido de carbono (CO) (Acres; 1997, Pp. 393-400).

Estudios recientes han demostrado que los electrolizadores con materiales nanométricos tienen un alto desempeño para la RRO. Esta alta actividad depende no solo del tamaño de las partículas, sino de la naturaleza del soporte y de los métodos de preparación. Hoy en día la diferencia entre los materiales basados en platino y de diferentes elementos a escala nanométrica es más pequeña (Masahiro; 1989, Pp. 375-387) (Jeffrey, 1994, Pp. 425-430). La síntesis y caracterización de nuevos materiales con actividad catalítica alta y selectiva para la RRO, han merecido un trabajo extensivo en las últimas décadas (Nagappan, 2011, Pp 1-17). Algunas características específicas deseables en el electrodo catódico son: Alta área electroquímicamente activa, tolerancia a partículas que lo envenenan, porosidad y estabilidad.

Los compuestos de calcogenuros ternarios fueron reportados por primera vez en 1971 por Chevrel, Sergent y Prigent (Chevrel 1971, Pp. 515-519); su fórmula química general es: $MxMo_6X_8$ ($M = Fe, Cu, Ag, Co, Pb, \text{etc.}$ y $X = S, Se \text{ or } Te$). Sin embargo, sus notables propiedades superconductoras en campos magnéticos han atraído un enorme interés de los investigadores desde los 70's (Fischer O, 1982) (Chevrel 1986, Pp. 87-94). Este interés se ha extendido en la investigación en el estudio de la estructura de bandas electrónicas (Andersen, 1978, Pp. 1209- 1237) (Hughbanks, 1983, Pp. 1150-1162), la estructura cristalina (Fischer O, 1982) (Chevrel 1986, Pp. 87-94), (Kubel; 1987, Pp.1655-1659) (Hönle 1983, Pp. 157-165) (Neuhausen, 1996, Pp. 5622-5626) (Le Berre, 2000, Pp. 1100-1105) y sus aplicaciones como cátodo para baterías de litio (Wakihara, 1989, Pp. 867-869) (Yamaguchi, 1991, Pp. 687-689) (Guohua 1995, Pp. 519-521), como catalizadores de hidrodesulfuración (McCarty, 1984, Pp. 519-524) (McCarty, 1985, Pp. 375-387) (Hilsenbeck, 1997, Pp. 13-24) (Benson, 1995, Pp. 283-299) (Harel-Michaud. 2001, Pp. 195-200) y en la electrocatálisis (Alonso-Vante 1986, Pp. 431-432) (Alonso-Vante 1987, Pp. 3251-3257) (Alonso-Vante 1988, 112, 384- 391) (Alonso-Vante 1989, Pp. 281-307) (Fischer 1995, Pp. 1004-1008). La fase ternaria es similar a la estructura cristalina binaria de calcogenuro: Mo_6X_8 ($X = S, Se \text{ y } Te$).

Existen varios métodos para la síntesis de calcogenuros basados en azufre (Alonso 1998, Pp. 55-61) especialmente MoS_2 y WS_2 , que son: la comaceración (Massoth 1979, Pp. 265-310) (Hagenbach 1982, Pp. 264-273), la precipitación homogénea de sulfuros (Daage, 1994, Pp. 414-427) (Candia 1982, Pp. 564-566), la descomposición de sales de metales organometálicos mixtos (Daage, 1994, Pp. 414-427), la impregnación de un binario disulfuro (Daage, 1994, Pp. 414-427) y la descomposición de tiosales (Alonso 1998, Pp. 108-110).

En los años 70's se realizaron estudios de la actividad electrocatalítica de partículas pequeñas de Pt para la RRO en una solución de H_2SO_4 1M, concluyéndose que realmente existe un efecto del tamaño de la partícula en el comportamiento de la actividad electrocatalítica en la superficie del Pt. Además, se comparó experimentalmente la actividad catalítica del Pt negro y Pt soportado en carbón vítreo para la RRO, demostrando que se tenía que controlar el tamaño de partícula, ya que esto tenía gran influencia en la actividad del Pt. Se determinó que el tamaño de partícula es alrededor de 2 a 12 nm para aumentar la actividad electrocatalítica (Bett, 1973, Pp. 343-348) (Bregoli, 1978, Pp. 489-492).

A continuación se propone un método de síntesis química para obtener materiales nanoestructurados a temperatura ambiente, lo que puede ser una ventaja en el área de ciencias de los materiales. El interés en el desarrollo de materiales con los calcogenuros surge

de las fases Chevrel que tienen una actividad significativa en la RRO en medio ácido (Dianxue; 2006, Pp. A869-874) (Alonso-Núñez, 2006, Pp. 189-197) (Gago 2010, Pp. 648). Algunos calcogenuros con metales de transición han sido investigados para producir electrocatalizadores ternarios. Así mismo se estudia el comportamiento catódico electroquímico y el efecto del tamaño de partícula de la fase metálica activa del Ru y W en el proceso de la RRO.

Materiales y métodos

Síntesis de los precursores

Los precursores sintetizados son: [RuXWYSZ /C]P y [RuXWYS2Z /C]P. La fase activa se preparó por reacción química utilizando tetra-tiotungstenato de amonio ((NH₄)₂WS₄) obtenido previamente por un método que se ha utilizado en la fabricación de catalizadores para hidrosulfuración (HDS) (Alonso-Núñez, 2001, Pp. 193-197) y una sal de hexaclororutenato de amonio (NH₄)₂RuCl₆ (Sigma-Aldrich) disuelta en agua desionizada. La mezcla se colocó en una parrilla con agitación por 12 horas a temperatura ambiente de acuerdo con las siguientes reacciones químicas:

Precursor 1: Relación molar 1:1



Precursor 2: Relación molar 1:2



Posteriormente, se adicionó carbón Vólcan (E-TEK) al material resultante en una relación 20 % en peso y se mantiene en agitación por 24 horas a temperatura ambiente. Los precipitados se filtraron, se lavaron con agua desionizada y se secaron a temperatura ambiente en un desecador.

Los precursores obtenidos se caracterizaron por la técnica de análisis termogravimétrico (TGA) para determinar la temperatura de estabilización de éstos, bajo una atmósfera de N₂/H₂ con incrementos de 5° C/min hasta una temperatura de 600° C. Usando el equipo TGA Q500 de TA Instrument.

Síntesis de catalizadores

Los precursores: [RuXWYSZ/C]P y [RuXWYS2Z /C]P fueron tratados térmicamente en un horno tubular Thermo Scientific Lindberg ® Blue M ® Mini-Mite™, con incrementos de temperatura 5° C/min hasta una temperatura de 350 °C bajo una atmósfera de N₂/H₂ (75 % v/v) por 2h. Los materiales obtenidos son nombrados [RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z /C]C.

La morfología y composición química de los catalizadores fueron determinadas usando técnicas de DRX, MEB y MET. El espectro de difracción de rayos X fue medido con una radiación de Cu-K α de un difractómetro Rigaku modelo DMAX 2200. Las micrografías de MEB se obtuvieron con un microscopio electrónico de barrido marca LEO VP que operó a 10 kVe. Así mismo, mediante el analizador MEB-EDX (espectroscopía de energía dispersiva), se identificó y cuantificó la composición química de los catalizadores. Las micrografías de MET se obtuvieron en un microscopio electrónico de transmisión de emisión de campo de 200 kV, JEM-2200FS.

Preparación de los electrodos

La preparación de los electrodos se realizó mediante dos tintas. La primera se obtuvo por dispersión acuosa de los catalizadores con una concentración 5g/l; la segunda se preparó con una mezcla (50:50 % v/v) de nafion y agua desionizada. Las soluciones se depositaron una después de la otra en carbón vítreo de 3mm de diámetro y se secaron en una atmósfera de nitrógeno; antes de realizar la caracterización electroquímica.

Estudios electroquímicos

Los estudios electroquímicos se realizaron en una celda típica de tres electrodos en una solución 0.5 M de H₂SO₄, un electrodo de trabajo en forma circular de carbón vítreo (área

geométrica = 0.07cm²), sujetado por un cilindro de Nylamid, un electrodo de referencia de Ag/AgCl/KCl y un electrodo auxiliar de malla de platino. El equipo utilizado fue un potenciostato EG&G Princeton Applied Research Model 263A controlado por computadora, un radiómetro, una unidad de control de velocidad y un electrodo de disco rotatorio (EDR). Los experimentos de Voltamperometría Cíclica (VC) se hicieron a temperatura ambiente en un flujo de gas nitrógeno, los experimentos de Voltamperometría Lineal (VL) se realizaron a temperatura ambiente y en un flujo de oxígeno. Las pruebas anteriores se llevaron a una velocidad de 20 mV/s para las pruebas de VC y de 5 mV/s para las pruebas de VL. Los potenciales son reportados con respecto al electrodo normal de hidrógeno (RHE).

Resultados y discusión

Los termogramas de la Figura 1 muestran la descomposición térmica de los precursores [RuXWYSZ/C]P y [RuXWYS2Z/C]P, observándose dos etapas: la primera etapa a 120° C, corresponde a una pérdida del 18 % en peso de la muestra, esto se debe a la eliminación de agua (H₂O) y cloro (Cl) fisisorbidos en la misma y la segunda etapa ocurre a 320° C con una pérdida de peso del 35 % debido a la eliminación del amonio (NH₄) en el [RuXWYSZ/C]P a 250° C, indicando una pérdida del 45 % en peso inicial debido a la eliminación del amonio (NH₄) en el [RuXWYS2Z/C]P.

Figura 1. TGA precursores [RuXWYSZ/C]P y [RuXWYS2Z/C]P

En las micrografías del catalizador de [RuXWYSZ/C]C obtenidas por MET a diferentes magnificaciones, que se muestran en las Figuras 2a) y 2b), se observan las nanopartículas de la fase metálica las que están perfectamente distribuidas sobre el soporte (carbón Vulcan), siendo el tamaño promedio de las nanopartículas metálicas 2 nm. Los microanálisis obtenidos por EDS indican una composición en peso de 25 % Ru, 25 % W y 50 % S. Al comparar estas composiciones porcentuales experimentales con las composiciones teóricas se confirma que se obtuvo el material esperado.

En las Figuras 2c) y 2d) se muestran las micrografías de [RuXWYS2Z/C]C analizadas por MET a diferentes magnificaciones, se observa que la fase metálica forma aglomerados, no se dispersa uniformemente en el soporte (carbón Vulcan), el tamaño de las aglomeraciones es muy variable en las diferentes zonas de análisis. De acuerdo con los microanálisis de EDS, la composición en peso de este catalizador es 10 % Ru, 20 % W y 70 % S.

a) [RuXWYSZ/C]C b) [RuXWYSZ/C]C

c) [RuXWYS2Z/C]C d) [RuXWYS2Z/C]C

Figura 2. Micrografías por TEM de los catalizadores: a) [RuXWYSZ/C]C, b) [RuXWYSZ/C]C, c) [RuXWYS2Z/C]C y d) [RuXWYS2Z/C]C

La Figura 3a) presenta una micrografía obtenida por MET de las nanopartículas del [RuXWYSZ/C]C, seleccionaron 27 nanopartículas de manera arbitraria para generar un histograma de distribución que se muestra en la Figura 3b). Los resultados corroboran que el tamaño de las nanopartículas de la fase metálica en promedio es de 2 nm, como se mencionó anteriormente en el análisis por MET. Este resultado es importante ya que estudios previos han demostrado que a menor tamaño de partícula, aumenta la actividad electrocatalítica (Bett, 1973, Pp. 343-348) (Bregoli, 1978, Pp. 489-492).

a) [RuXWYSZ/C]C b) Histograma

Figura 3. a) Imagen por TEM de [RuXWySz/C]C y b) Histograma de la distribución del tamaño de partícula de [RuXWySz/C]C

En las Figuras 4a), 4b) y 4c) se muestran los voltamperogramas cíclicos de los electrocatalizadores sintetizados, se compara el comportamiento electroquímico de estos ([RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z/C]C) con respecto al Pt/C comercial.

La Figura 4a) muestra un voltamperograma de Pt/C, el que presenta un pico anódico a 0.1 V que se atribuye a la desorción del hidrógeno en el Pt. En la región llamada de la doble capa (0.2 V a 0.8 V) no se observa cambio alguno. En la región de 0.8 V a 1.2 V comienza la formación de óxidos en la superficie de Pt; el pico catódico a 0.7 V se atribuye a la reducción de óxidos de Pt y el pico mostrado a 0.05 V debido la adsorción de hidrógeno en Pt (.Gasser, 1985).

La Figura 4b) muestra en un VC del [RuXWYSZ/C]C, en donde se suprimen los picos de adsorción y desorción del hidrógeno (0.05 V-0.2 V) en el Ru (Kinoshita 1977, Pp. 157-166) (Pinheiro, 2005, Pp. 1300-1309), lo que indica que el WS2 modifica significativamente la superficie del electrodo; del mismo modo, se observa que la corriente de oxidación causada por la descomposición de las especies relacionadas con el agua en el Ru empieza a 0.3 V y tiene un fuerte aumento de corriente a partir de 0.8 V lo que se ha reportado anteriormente (Dianxue, 2006, Pp. A869-874) como la oxidación de S dentro de la reacción redox: $H_2SO_4 + 6H^+ + 6e^- = S + 4H_2O$. Además el pico de reducción se observa a 0.4 V debido a la reducción de los óxidos de Ru.

La Figura 4c) muestra un VC de [RuXWYS2Z/C]C, en donde la adsorción y la desorción del hidrógeno presentan un comportamiento similar al del [RuXWYSZ/C]C discutido anteriormente. Su corriente de oxidación empieza a 0.3 V con un aumento considerable a partir de aproximadamente 0.8 V por la oxidación del S. Finalmente se observa que la reducción de óxidos de Ru genera un pico muy pequeño a 0.45 V.

a)

b)

c)

Figura 4 Voltamperogramas cíclicos de los electrocatalizadores: a) Pt/C, b) [RuXWYSZ/C]C y c) [RuXWYS2Z/C]C en 0.5M H2SO4 a 20 mV/s

En la Figura 5 se muestra una comparación entre los voltamperogramas lineales de los materiales sintetizados ([RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z/C]C) con respecto al Pt/C comercial a 1600 rpm con una ventana de potencial de 0.2 a 0.8 V/RHE. En estos VL se observan inicialmente las curvas de corriente-potencial (I-E) obtenidas por la técnica de electrodo de disco rotatorio (EDR) para cada uno de los electrocatalizadores. En las curvas de polarización se observan las zonas de control cinético, de 0.8 a 0.65 V para [RuXWYSZ/C]C, de 0.8 a 0.5 V para el [RuXWYS2Z/C]C y de 0.8 a 0.75 V para el Pt/C; la zona de control mixto está en los intervalos: 0.65-0.2 V para el [RuXWYS2Z/C]C, 0.5-0.2 V para el [RuXWYS2Z/C]C y 0.75-0.2 V en el Pt/C. No es posible distinguir las zonas de control por difusión, ya que de acuerdo a la Figura 6, el comportamiento para la RRO se lleva a cabo mediante un control mixto de transferencia y transporte de masa en todos los electrocatalizadores.

La comparación del comportamiento de las curvas de polarización en los materiales sintetizados ([RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z/C]C) con respecto al Pt/C, muestra que el electrocatalizador de [RuXWYSZ/C]C tiene un comportamiento similar al Pt/C, ya que el electrocatalizador [RuXWYSZ/C]C presenta un intervalo menor en la zona de control cinético que ele

electrocatalizador [RuXWYS2Z/C]C; lo que indica que se lleva a cabo más rápido la RRO. Por lo mencionado anteriormente se sugiere que el electrocatalizador [RuXWYSZ/C]C presenta una mejor actividad electrocatalítica, ya que de acuerdo con la reacción química cuya relación molar es 1:1 se obtienen partículas de tamaño nanométrico, lo que contribuye en este resultado para lograr una mejor actividad hacia la RRO.

Al analizar el comportamiento de las curvas de Pt (Dianxue, 2006, Pp. A869-874), se puede comparar las zonas electroquímicas del electrocatalizador [RuXWYSZ/C]C. Se observa un desfase de 0.2 V hacia potenciales más negativos lo que indica que la RRO es más lenta.

Figura 5 Voltamperogramas lineales de los electrocatalizadores: Pt/C, [RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z/C]C en 0.5M H₂SO₄ a 5 mV/s.

En la Tabla 1 se muestra un estudio comparativo de densidad de corriente generada y eficiencia de los electrocatalizadores [RuXWYSZ/C]C y [RuXWYS2Z/C]C con respecto al Pt/C. El estudio de estos resultados sugieren que el [RuXWYSZ/C]C tiene una mayor eficiencia que el [RuXWYS2Z/C]C como electrodo catódico en medio ácido, ya que la corriente que genera se aproxima a la corriente del Pt/C. Este comportamiento del electrocatalizador [RuXWYSZ/C]C se atribuye a la presencia de partículas más homogéneas y un tamaño promedio bien definido.

Tabla 1. Estudio de la densidad de corriente generada y eficiencia de los electrocatalizadores.

Material sintetizado	Densidad de corriente (mA)	Eficiencia (%)
Pt/C Comercial	0.18	100 %
[RuXWYSZ/C]C	0.13	81 %
[RuXWYS2Z/C]C	0.07	43 %

Conclusiones

En experimentos de laboratorio practicados, se logró la síntesis de nanopartículas de RuWS con un método sencillo por reacción química y un tratamiento térmico a baja temperatura. El material obtenido con una relación molar 1:1 es más homogéneo y presenta un mejor comportamiento electrocatalítico en la Reacción de Reducción de Oxígeno que el material con una relación molar 1:2, en este electrocatalizador se formaron aglomerados y su eficiencia fue menor.

El electrocatalizador de [RuXWYSZ/C]C está compuesto por 20% fase metálica y 80% de carbón, en una relación en peso 10 % Ru, 5 % W, 5 % S y 80% C; con un tamaño promedio de nanopartículas de 2 nm.

Los materiales sintetizados pueden ser aplicados como cátodos en medio ácido para la RRO, siendo más selectivo el electrocatalizador [RuXWYSZ/C]C para la reacción catódica que puede realizarse en una celda de hidrógeno.

REFERENCIAS

- Acres G.J.K.; Frost J.C.; Hards G.A.; Potter R.J.; Ralph T.R.; Thompsett D.; Burstein G.T; Hutchings G.J., *Catalysis Today* 1997, 38, 393-400.
- Alonso G.; Aguirre G.; Rivero I. A.; Fuentes S., *Inorg. Chim. Acta* 1998, 274, 108-110.
- Alonso G.; del Valle M; Cruz J.; Licea-Claveire A.; Petranovskii V.; Fuentes S., *Catalysis letters* 1998, 52, 55-61.
- Alonso-Núñez G.; Gochi-Ponce Y.; Barbosa R.; Arriaga L. G.; Alonso-Vante N.; *Journal of The Electrochemical Society* 2006, 3, 189-197.

Alonso-Núñez G.; Yang J.; Siadati HH.; Chianelli RR., *Inorg. Chim Acta* 2001, 325, 193-197,
Alonso-Vante N.; Jaegermann W.; Tributsch H.; Hönle W.; Yvon K., *J. Am. Chem. Soc.* 1987,
109, 3251-3257.
Alonso-Vante N.; Schubert B.; Tributsch H., *Mater. Chem. Phys.* 1989, 22, 281-307.
Alonso-Vante N.; Schubert B.; Tributsch H.; A. Perrin, *J. Catal.* 1988, 112, 384- 391.
Alonso-Vante N.; Tributsch H., *Nature* 1986, 323, 431-432.
Andersen O. K.; Klose W.; Nohl H., *Phys. Rev. B* 1978, 17, 1209- 1237.
Benson J. W.; Scrader G. L.; Angelici R. J., *J. Mol. Catal. A* 1995, 96, 283-299.
Bett J.; Lundquist J.; Washington E.; Stonehart P, *Electrochemical acta* 1973, 18, 343-348.
Bregoli L. J., *Electrochemical Acta* 1978, 23, 489-492.
Candia R., Clausen B.; Topse H.; *Journal of catalysis* 1982, 77, 564-566.
Chevrel R.; Hirrien M.; Sergent M., *Polyhedron* 1986, 5, 87-94.
Chevrel R.; Sergent M.; Pringent J., *J. Solid State Chem.* 1971, 3, 515-519.
Daage M.; Chianelli R.R., *Journal of catalysis*; 1994, 149, 414-427.
Dianxue C.; Andrzej W.; Junji I.; Alonso-Vante N., *Journal of The Electrochemical Society* 2006,
153, A869-874.
Fischer C.; Alonso-Vante N.; Fiechter S.; Tributsch H., *J. Appl. Electrochem.* 1995, 25, 1004-
1008.
Gago A.S.; Arriaga L.G.; Gochi-Ponce Y.; Feng Y.J.; Alonso-Vante N., *Journal of
Electroanalytical Chemistry* 2010, 78, 648.
Gasser R.P.H., in: *An Introduction to Chemisorption and Catalysis by Metals*, Oxford Science
Publications, New York, 1985.
Guohua L.; Ikuta H.; Uchida T.; Wakihara M., *J. Power Sources* 1995, 54, 519-521.
Hagenbach G.; Courry Ph; Delmon B., *Journal of catalysis* 1982, 31, 264-273.
Harel-Michaud V.; Pesnel-Leroux G.; Burel L.; Chevrel R.; Geantet G.; Cattenot M.; Vrinat M., *J.
Alloys Compd.* 2001, 317–318, 195-200.
Hilsenbeck S. J.; McCarley R. E.; Thompson R. K.; Flanagan L. C.; Schrader G. L.; *J. Mol.
Catal. A* 1997, 122, 13-24.
Hönle W.; Flack H.; Yvon K., *J. Solid State Chem.* 1983, 49, 157-165.
Hughbanks T.; Hoffmann R., *J. Am. Chem. Soc.* 1983, 105, 1150-1162.
Jeffrey A. P.; Glen E. S., *J. Electrochemical Society* 1994, 141, 425-430
Kinoshita K.; P. N. Ross, *J. Electroanal. Chem. and Interfacial Electrochem.* 1977, 48, 157-166.
Kubel F.; Yvon K., *Acta Crystallogr.* 1987, C43, 1655-1659.
Le Berre F.; Hamard C.; Peña O.; Wojakowski A., *Inorg. Chem.* 2000, 39, 1100-1105.
Masahirom W.; Haruhiko S.; Paul S. *Journal Electroanalytical Chemistry* 1989, 261, 375-387
Massoth F. E.; *Advances in catalysis* 1979, 27, 265-310.
McCarty K. F.; Anderegg J. W.; Schrader G. L., *J. Catal.* 1985, 93, 375-387.
McCarty K. F.; Schrader G. L., *Ind. Eng. Chem. Res. Dev.* 1984, 23, 519-524.
Nagappan R.; Sanjeev M., *Advances in Physical Chemistry* 2011, 2012, 1-17.
Neuhausen J.; Finckh E. W.; Tremel W., *Inorg. Chem.* 1996, 35, 5622-5626.
O. Fischer; Maple M. B., 'Superconductivity of Ternary Compounds', Volumen 32, Springer-
Verlag, Ed Heidelberg 1982.
Pinheiro A. L. N.; Zei M. S.; G. Ertl, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2005, 7, 1300-1309.
Wakihara W.; Uchida T.; Suzuki K.; Taniguchi M., *Electrochim. Acta* 1989, 34, 867-869.
Yamaguchi S.; Uchida T.; Wakihira M., *J. Electrochem. Soc.* 1991, 138, 687-689.

TOXICOLOGÍA DE LOS RESIDUOS MINEROS

Resumen

La minería es una de las actividades más antiguas y con más remuneración económica en México. Sin embargo, esta actividad ha producido la acumulación de residuos mineros, tales como los jales o terreros. El inadecuado manejo y la falta de una regulación para disponer de los residuos han generado zonas con un potencial de contaminación importante. Estos problemas ambientales pueden ser: 1) Generación de drenaje ácido de roca (DAR), 2) Falta de diques como estructuras de retención de los depósitos de jales ocasionando avalanchas que llegan a las partes más bajas o a cuerpos de agua, 3) Dispersión eólica y 4) contaminación visual en zonas urbanizadas. Es por ello importante identificar zonas de residuos mineros, caracterizarlas y definir su potencial tóxico al ambiente. En este trabajo se hace una revisión de la minería en México y la toxicología de sus residuos.

Palabras clave: jales, minería, toxicología, residuos

Introducción

Los residuos mineros, conocidos como colas (tailings), relaves o jales, son generados durante los procesos de recuperación de metales a partir de minerales metalíferos. El proceso de liberación de los metales consiste en moler las rocas originales y mezclar las partículas que se forman con agua y pequeñas cantidades de reactivos químicos.

En las condiciones normales de operación de los depósitos o presas de jales mineros, y como consecuencia de tormentas y derrames, puede ocurrir la contaminación de los cuerpos de abastecimiento de agua, con el posible deterioro de la calidad de la misma, sobre todo si los relaves tienen un valor de pH ácido o un alto contenido de metales que pueden volver el agua temporal o permanentemente no apta para el consumo.

Por lo general, la afectación de los cuerpos de agua superficiales suele ser sólo local, pero en algunos casos puede alcanzar distancias alejadas varios kilómetros del lugar en el que ocurre la contaminación. La afectación depende del tipo y características de los jales mineros vertidos, de la frecuencia e importancia de las descargas, así como de los regímenes hidrológicos de las aguas receptoras. También, puede producirse la contaminación de los mantos freáticos como consecuencia de las filtraciones en las presas, lo cual requiere ser vigilado mediante monitoreo. Todo ello, implica la necesidad de contar con programas de manejo y protección del agua en las operaciones mineras (Cortinas de N., 2007).

La mayoría de los depósitos minerales son explotados por algunos componentes primarios económicos, sin embargo, estos pueden contener otros elementos en cantidades subeconómicas, pero que son considerados como contaminantes al ambiente. Por ejemplo, el cadmio raramente es considerado producto económico, ya que se le encuentra sustituyendo al zinc en la estructura cristalina de la esfalerita (ZnS) y, el arsénico, es común en muchos depósitos como componente de la arsenopirita. Estos elementos son normalmente desechados en los residuos mineros (Seal, R., Foley, N., & Wanty, R., 2000).

Los residuos mineros (llamados jales en México) normalmente son depositados en embalses o presas sobre distintos tipos de terrenos de la superficie donde permanecen expuestos a las condiciones climáticas ambientales. Bajo estas condiciones puede ocurrir la dispersión de contaminantes por medios físicos (erosión, transporte eólico y pluvial) y/o por su alteración (reacción y neoformación) y movilidad química (disolución y transporte en medio acuoso) que dan origen a una mineralogía secundaria precipitación de fases minerales secundarias como óxidos, oxihidróxidos, sulfatos e hidroxisulfatos (Nordstrom, D.&Alpers, C., 1999).

La minería en México

En México, la industria minera empieza propiamente con tiempos de la conquista. El espíritu de aventura y ambición de riquezas dieron la iniciativa a los españoles a ampliar sus horizontes y descubrir nuevos territorios ricos en metales. Es así como, después del descubrimiento de América, comienza la explotación de minerales y metales en México, iniciándose la búsqueda y descubrimiento de depósitos metalíferos y minas que dieron fama mundial a la nueva colonia española. Lo que más se buscaba en esa época eran los depósitos auríferos y argentíferos (González, R., 1970).

Posteriormente viene la etapa de la llamada “Minería colonial”. Destacan en esta etapa, la comercialización de la plata, el trabajo forzado en las minas, el auge de explotación de la plata, la explotación del cobre y los levantamientos campesinos son algunas de las circunstancias más relevantes de esta época (Herrera, C., 1998).

Durante el Siglo XVI, esta actividad cobró auge constituyéndose en polo de desarrollo y dando lugar a la creación de ciudades como Chihuahua, Durango, Guanajuato, Saltillo, San Luis Potosí y Zacatecas. Esta actividad adquirió una gran relevancia económica y social en el período de la colonia, convirtiéndose entonces en el motor del crecimiento económico y modernización de la Corona Española (COREMI, 1994; Gutiérrez, M., 2003).

A principios del siglo XX la minería se caracterizó por los signos de modernidad que comenzaban a surgir. Varias empresas extranjeras de explotación emigraron a nuestro país con nueva tecnología para la extracción y refinación. En el siglo pasado, la minería en México se desarrolló principalmente en la altiplanicie, en Pachuca, Guanajuato, Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete, Santa Bárbara y Chihuahua, en la figura 1 se muestra la ubicación de ésta Altiplanicie.



Figura 1. Ubicación de la Altiplanicie Mexicana

México es un país que cuenta con una amplia variedad de minerales tanto minerales metálicos como no metálicos en todo el territorio nacional. En el país se encuentran yacimientos de clase mundial como son las salinas de Guerrero Negro, las más grandes del planeta. El sector minero ha sido el encargado de aportar entre el 1.17% y 1.5% al producto interno bruto nacional, manteniendo un saldo positivo en la balanza de pagos y contribuye con el 1.5% al empleo nacional. De manera estimada, la producción minera nacional representa el 2.4% de la producción minera mundial, México ocupa el 9º lugar en la producción minera mundial y el 4º lugar en la producción minera de Latinoamérica.

Los países a los cuales se exporta la producción minera nacional son Estados Unidos de Norte América, Japón, República del Perú, Suiza, República Dominicana y Canadá, entre otros. Además, el sector minero mexicano se mantiene como líder mundial en la producción de plata y en el 2001 se ubicó en los primeros diez lugares de producción mundial de 18 minerales.

En el año 2000 la industria minera aportó, en promedio, el 84.1% del valor total de la producción minero-metalúrgica nacional, las medianas industrias mineras contribuyeron con el 13.0% y la pequeña minería aportó el 2.9%. Cabe mencionar que durante el periodo 1992-2002 se han otorgado un total de 21,490 títulos de concesión minera, de los cuales el 80.2% corresponden a concesiones para realizar exploración y el 19.8% restante son concesiones para explotación, lo que muestra la intensa actividad en materia de exploración realizada en el sector durante la última década. Esto es consecuencia, principalmente, de los cambios en la legislación minera que permitieron la entrada de inversión extranjera a principio de los años noventa, resultando en el descubrimiento de gran cantidad de yacimientos que actualmente se encuentran en etapa de explotación.

La industria minera nacional es mayoritariamente metálica, y se dedica principalmente a la producción de cobre, zinc, plata y plomo. Debido al desarrollo industrial de la minería en nuestro país y a la falta de normatividad sobre los residuos que ésta genera, dicha industria ha producido por décadas una gran cantidad de desechos y sitios contaminados a lo largo de todo el país, (Hernández, M., 2009).

Algunos ejemplos de casos relevantes de contaminación por metales en México son:

- Plomo en Torreón, Coahuila;
- Cromo en Tultitlán, Estado de México;
- Jales conteniendo diferentes metales en una serie de distritos mineros en diferentes estados de la República, como son Baja California Sur, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, entre otros (Velasco, J., De la Rosa, A., Solórzano, G. y Volke, T., 2004).

En la actualidad la explotación minera en el país se realiza en dos modalidades: (i) explotación y beneficio de metales (preciosos e industriales) y (ii) explotación de piedras preciosas y minerales industriales, como los ópalos y caolines, respectivamente. El ejemplo más común de la contaminación de suelos por actividades mineras en México es la generada durante el beneficio del oro y la plata, realizado comúnmente por amalgamación con mercurio y por cianuración.

En ninguno de los dos casos, es posible la recuperación total de los compuestos y/o elementos adicionados, por lo que es común encontrarlos en los residuos del proceso (jales) en forma soluble (Volke, T. y Velasco, J., 2002).

Cuatro estados son los principales centros mineros en nuestro país actualmente (US Geological Surveyhomepage), aunque en la figura 2 se observa la riqueza de minerales en toda la República Mexicana:

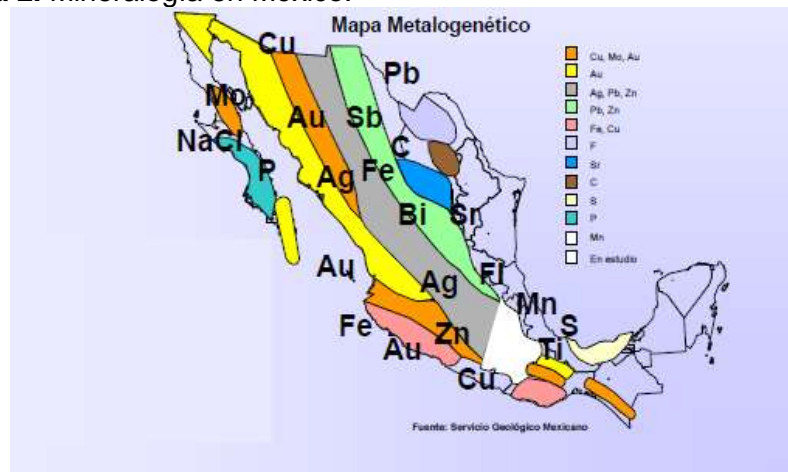
1. Sonora: Principal productor de cobre oro y grafito.
2. Coahuila: Principal productor de antimonio, bismuto y carbón.
3. Zacatecas: Principal productor de plata.
4. Chihuahua: Principal productor de cadmio y zinc, y único productor de tungsteno.

Además de esto, nuestro país es productor importante en cuanto a una gran variedad de materiales, como lo son:

- Cobre que se produce mayor cantidad en el estado de Sonora.
- Hierro
- Plomo

Fuente: (US Geological Survey homepage).

Figura 2. Mineralogía en México.



Fuente: Servicio Geológico Mexicano

En México, la separación del mineral de los materiales sin valor se lleva a cabo básicamente a través de dos métodos: la flotación y la hidrometalurgia. Los impactos ambientales ocasionados por los métodos de flotación aumentan proporcionalmente al incremento del uso de reactivos para favorecer el proceso (Gutiérrez, M y Moreno, M, 1995; Gutiérrez, 2003). En la Tabla 1 se muestran las fases de la minería, así como el impacto sobre el ambiente, éste se relaciona con la composición del mineral, el tipo de explotación, el proceso de beneficio, la escala de operaciones, la capacidad de acomplejamiento de los metales con el suelo y agua, así como de las condiciones fisicoquímicas y biológicas del entorno, que pueden modificar el estado de oxidación de los metales (Velasco, J. et al., 2004).

Durante 1995, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con ayuda de sus delegaciones estatales, comenzó la identificación de los sitios abandonados contaminados con residuos peligrosos a nivel nacional.

En 1997, el listado preliminar nacional de sitios abandonados contaminados con residuos peligrosos constaba de 59 sitios en 16 entidades federativas; para 1999, se contaba con el inventario correspondiente a 17 estados, en los cuales se localizaron 105 sitios sin responsable identificado (Tabla 2) (Volke, T. y Velasco, J., 2002).

Tabla 1. Relación de la actividad minera y su impacto al ambiente.

Fase	Descripción	Impacto ambiental
Prospección	Estudios de gravimetría, geología superficial y densidad, entre otros.	No generan impactos ambientales significativos
Exploración	Barrenación, perforaciones, construcción de caminos, instalación de campamentos	Destrucción de la vegetación
Explotación y beneficio	<ul style="list-style-type: none"> • Descapote: eliminación de suelo y vegetación • Construcción y obras diversas (tiros, socavones, patios de depósito) • Acumulación de material sin valor en terrenos • Transporte del material con valor hacia molinos • Extracción y concentración de minerales • Reducción del tamaño del mineral por trituración y molienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de la capa de suelo y la vegetación • Afectación a cuerpos de agua • Generación de jales • Escurrimientos y arrastres de residuos • Oxidación de minerales insolubles y formación de sustancias con alto contenido de metales (drenaje ácido) • Puede provocar ruido, vibración y emisión de polvo
Fundición y refinación	Obtención de metales y sus aleaciones (uso de hornos industriales). Eliminación de impurezas en los metales	Emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos y aguas residuales

Fuente: Volke-Sepúlveda *et al.*, 2005, tabla elaborada con datos de Dirección General de Minas, Subsecretaría de Minas, SEMIP, 1994; Gutiérrez y Moreno, 1997; Gutiérrez, 2003.

Los sitios inventariados, se encuentran catalogados por prioridades (A, B y C), con base en sus características (magnitud, tipo y concentración de contaminantes) y niveles potenciales de afectación a la salud y al ambiente (SEMARNAT, 2004) y se definen como sigue:

- **Prioridad A.** Sitios con alto nivel de afectación y riesgo a la salud humana y al ecosistema. Se debe a la presencia de los siguientes factores: tamaño del sitio, ubicación, naturaleza y cantidad de residuos. Son sitios que requieren de acciones urgentes y a corto plazo a fin de minimizar y/o eliminar sus efectos.
- **Prioridad B.** Sitios con afectación moderada debido a la presencia de alguno de los factores como: tamaño, ubicación, naturaleza o cantidad de residuos; requieren a corto plazo medidas de control que eviten la dispersión de los contaminantes y el contacto con

la población, a fin de restaurarlos a mediano plazo.

- **Prioridad C.** Sitios con un bajo nivel de afectación para la población o el ambiente; requieren de un plan de seguimiento de las condiciones presentes a fin de prevenir situaciones que pudieran incrementar el grado de afectación.

Entre los residuos peligrosos detectados, los metales pesados ocupan el primer lugar (61 sitios). El Pb es el más común de los metales pesados, presentándose en 23 de estos sitios. Como puede verse, la contaminación de suelos por metales es un problema persistente en muchos sitios del territorio.

Dos de los contaminantes más frecuentes en las zonas mineras del país son el As y el Pb, además del Cd en algunas de ellas. A estos metales se les conoce como Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT).

El término elemento potencialmente tóxico, incluye a todos aquellos elementos (metales pesados, metaloides y esenciales) que debido a sus características y cantidades pudieran ser tóxicos para la flora, fauna y ser humano. Estos EPT, comúnmente, se encuentran en residuos como jales y escorias de fundición, cuyo volumen supera las 80 000 ton (solamente en sitios registrados en los que se ha calculado el volumen) (SEMARNAT, 2004).

Tabla 2. Número de distribución de sitios abandonados por entidad federativa de acuerdo a su prioridad.

ESTADOS	PRIORIDAD			
	TOTAL	A	B	C
Baja California	2	2	0	0
Coahuila	1	0	1	0
Chihuahua	2	2	0	0
México	17	6	7	4
Guanajuato	6	2	2	2
Hidalgo	12	4	5	3
Jalisco	3	2	1	0
Morelos	2	0	1	1
Nuevo León	5	1	3	1
Puebla	2	0	2	0
Querétaro	16	0	2	14
San Luis Potosí	8	7	0	1
Sonora	2	1	1	0
Tamaulipas	3	2	0	1
Tlaxcala	3	0	0	3
Veracruz	12	5	3	4
Zacatecas	9	4	5	0
Total	105	38	33	34

A: Sitios con alto nivel de afectación; B: Sitios con moderado nivel de afectación; C: Sitios con bajo nivel de afectación. Fuente: SEMARNAT, 2004 citado por Volke-Sepúlveda *et al.*, 2005.

Jales

El avance de la tecnología en la industria minera mundial propició la introducción en México de procesos metalúrgicos como la flotación y la cianuración a inicios del siglo XX, lo que ha permitido explotar mayores volúmenes de mineral con valor comercial, a la vez que propició la generación de mayor cantidad de residuos, entre los que destacan los denominados “jales”, (Romero & Gutiérrez-Ruiz, 2010).

Como consecuencia de varios siglos de actividad minera en México, se han producido cantidades grandes de residuos mineros (jales) y son difíciles de cuantificar.

Los jales son el producto de la trituración y molienda del mineral una vez que se han recuperado los metales de interés comercial (plomo, zinc, cobre, plata y otros) mediante procesos físicos y químicos (Armienta *et al.*, 2005).

Los procesos de recuperación de minerales son solo parcialmente eficientes y por tanto, un porcentaje de los minerales que se desea extraer, permanece en los jales mineros. Estos procesos de recuperación o extracción de minerales también pueden concentrar minerales no deseados en los jales mineros.

Como resultado de los procesos de molienda, las grandes rocas que contienen los minerales se convierten en las partículas pequeñas de los jales mineros. Estas partículas de material fino a medio (limoso arenoso) de los jales mineros ahora pueden ser fácilmente suspendidas en la atmósfera mediante la acción del viento y ser dispersadas a través del medio ambiente en forma de partículas de polvo. Este polvo proveniente de los jales puede contener altas concentraciones de EPT.

Los EPT más comunes derivados del proceso de minería en el caso de México, son Pb, Cd, Zn, As, Se y Hg (Gutiérrez, M y Moreno, M. 1995; Gutiérrez, M., 2003). El número de sitios contaminados con EPT, aún en las estimaciones más conservadoras, asciende a varios miles de lugares cuyo riesgo potencial se desconoce. Consecuentemente, los jales pueden contener cantidades variables de sulfuros, minerales de ganga y residuos de los reactivos utilizados en el proceso de beneficio, (Hernández, 2009). Los sulfuros metálicos de los jales al estar expuestos al intemperismo pueden oxidarse y liberar metales y metaloides tóxicos en el proceso conocido como drenaje ácido de minas, produciendo aguas con un bajo pH, elevadas concentraciones de sulfatos y altas concentraciones de EPT disueltos, los cuales a su vez pueden dispersa a través de los escurrimientos superficiales (dispersión hídrica). El procesamiento de los minerales provenientes de cada tipo de yacimiento dará origen a una mineralogía distinta de los jales resultantes. Además, los residuos se ubican en sitios del país con climas diversos (Volke, T. y Velasco, J., 2002).

Los jales que se generan en el proceso de concentración de minerales de plomo, plata, zinc y cobre, generalmente contienen sulfuros metálicos residuales como la pirita (FeS_2), pirrotita (Fe_{1-x}S), galena (PbS), esfalerita (ZnS), calcopirita (CuFeS_2) y arsenopirita (FeAsS) que son la fuente de elementos potencialmente tóxicos (EPT) como arsénico, cadmio, plomo, cobre, zinc, hierro, etc. (Romero *et al.*, 2007). Al disolverse estos minerales pueden introducir concentraciones apreciables de los EPT que al transportarse, pueden convertirse en un problema ambiental severo al contaminar suelos, sedimentos, aguas superficiales y aguas subterráneas (Bainet *et al.*, 2000; Armienta *et al.*, 2005; Jung, 2001).

Tabla 3. Principales residuos peligrosos encontrados en sitios abandonados.

TIPO DE RESIDUO	NÚMERO DE SITIOS	
	TOTAL	%
Metales (Cr, Pb, Hg, Zn), As, cianuro, baterías automotrices gastadas	61	35.9
Biológico-infecciosos	30	17.6
Escorias de fundición (Pb, Cd, As)	23	13.5
Grasas, aceites gastados	19	11.2
Solventes químicos	14	8.2
Químicos inorgánicos	12	7.1
Hidrocarburos	11	6.5

Fuente: SEMARNAT 2004b.

Para que ocurra la oxidación en los jales, es necesario que contengan sulfuros metálicos reactivos y que existan las condiciones climáticas apropiadas (aire y agua o atmósfera húmeda). La oxidación de los sulfuros metálicos en los jales es, generalmente, muy limitada durante la operación de la mina y se desarrolla lentamente a lo largo del tiempo, después que cesa la acumulación en el depósito y la porosidad en el mismo permite la difusión del oxígeno atmosférico. Antes de que ocurra la oxidación de los jales, éstos no presentan signos visibles de alteración y por lo general son de color gris. Cuando ocurre la oxidación de los sulfuros metálicos, los jales presentan una coloración café, amarilla o roja.

Es importante destacar que la oxidación de los sulfuros metálicos no siempre produce drenaje ácido, ya que la tendencia de los jales para generarlo es una función del balance entre los minerales productores de ácido (sulfuros metálicos) y los minerales con capacidad de neutralización (carbonatos, hidróxidos y aluminosilicatos). En general, cuando la capacidad de neutralización excede la capacidad de generación de drenaje ácido, se consumirá toda la acidez generada y las soluciones que drenen del depósito de jales tendrán un pH cercano al neutro.

Actualmente no existe una estimación confiable de la cantidad de depósitos de jales distribuidos en el territorio de la República Mexicana. Ramírez (2001), estima que en México existen poco más de 80 almacenamientos de jales en operación. Sin embargo, no existe un inventario de la cantidad y situación de las presas de jales inactivas abandonadas. Históricamente, los jales generados fueron depositados en los alrededores de las minas en sitios topográficamente bajos sin tomar en cuenta alguna medida de protección ambiental, convirtiéndose en focos de contaminación potencial para la región donde están ubicados. (Romero & Gutiérrez-Ruiz, 2010).

Conclusiones

El impacto de la minería sobre el ambiente y la salud se relaciona con la composición del mineral, el tipo de explotación, el proceso de beneficio, la escala de las operaciones y las características del entorno. La composición de los residuos puede variar de acuerdo con las condiciones particulares de cada mina (Gutiérrez, M., 2003). En la tabla 1 antes mencionada, se describen las fases del proceso minero y las afectaciones ambientales de cada etapa, entre las

que destacan la deforestación, la disposición de residuos al aire, agua y suelo, daños a otros recursos naturales, además de la generación de ruido, entre otros.

La excavación de minas, la remoción de minerales y el proceso y la extracción de metales puede causar daños ambientales y, en casos extremos, destruir el ecosistema; por ejemplo, se pueden dañar tierras de cultivo, favorecer la erosión y contaminar cuerpos de aguas con sales solubles de elementos potencialmente tóxicos (EPT), como As, Se, Pb, Cd y óxidos de S, entre otros. Asimismo, el material subterráneo puede generar volúmenes de residuos hasta ocho veces superiores al original. Por otro lado, las industrias especializadas en el proceso de metales (siderurgias y metalúrgicas) pueden emitir partículas de dimensiones micrométricas, que son fácilmente transportables por el viento a grandes distancias y causar problemas a la salud de poblaciones.

Algunas otras fuentes, subestimadas, que generan la contaminación por metales y metaloides son (Csurus y Csurus 2002):

- Drenaje pluvial: en muchas ocasiones el drenaje pluvial de las ciudades puede contener muchos metales, dependiendo del tipo de camino y material de construcción de los mismos, de la cantidad de tráfico, planeación urbanística y uso de suelo.
- Descargas y drenajes industriales: actualmente en México, existe normatividad que regula las descargas de industrias; sin embargo, ciertas industrias pueden generar residuos con concentraciones mayores de metales por las características de sus procesos.
- Drenaje doméstico: transporta metales desechados por el metabolismo y lixiviados de los materiales de construcción de las tuberías (Cu, Pb, Zn, Cd, Fe, Mn, Cr, Bo y As). Los tratamientos convencionales para aguas residuales, remueven hasta 50% de los metales contenidos, dejando una carga considerable de metales en el agua tratada, además de concentrar los metales removidos en los lodos de tratamiento.
- Rellenos sanitarios: el lixiviado que se produce en los rellenos sanitarios normalmente contiene metales como Cu, Zn, Pb y Hg.
- Quema de combustibles fósiles: es la principal fuente de metales hacia la atmósfera y fuente potencial de contaminación de cuerpos superficiales de agua.

Referencias

- **Armienta, M.A., Villaseñor, G. y Romero, F.M. (2005). Propuesta de estrategia metodológica para la evaluación de la peligrosidad de jales mineros en México.** En: XXVI Convención Internacional de Minería, Veracruz, Ver., México, Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C., 371-374. ISBN 968-7726-02-4.
- Bain, J.G., Blowes, D.W., Robertson, W.D., Frind, E.O., (2000), Modelling of sulfide oxidation with reactive transport at a mine drainage site: J. Contam. Hydrol. 41 (1-2), 23-47.
- COREMI (1994). Serie monográfica geológico-minera del Estado de Chihuahua. México, pp.65.150.
- Cortinas de Nava C. (2007). Manejo ambiental de los relaves o jales mineros, Disponible: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/155/cortinas.html#top>
- Csuros, M. y Csuros, (2002). Environmental sampling and analysis for metals. Lewwis Publisher. 372 pp.

-
- Drainage (ICARD), Denver, Co. pp.7.
 - Dold, B. 1999. Mineralogical and geochemical changes of copper flotation tailings in relation to their original composition and climatic setting: Implications for acid mine drainage and element mobility. [Faculté des Sciences, Université de Genève], (Tesis Doctoral), 230 p.
 - González R. J.,(1970). Minería y riqueza minera de México. Monografías Industriales del Banco de México.
 - Gutierrez, M. (2003). Minería, Unión de Grupos Ambientalistas (UGAM). Disponible en: <http://www.union.org.mx/guia/actividadesyagrabiomineria.htm>
 - Gutiérrez, M. y Moreno M. (1995). Los residuos en la minería mexicana. En: Garfias y Ayala, F.J. y Barojas Weber, L. (Eds.). *Residuos Peligrosos en México*. SEMARNAP - INE. Primera Edición. 126 pp.
 - Hamon, R.E., McLaughlin, M.J., Gilkes, R.J., Rate A.W., Zarcinas B., 2004, Geochemical indices allows estimation of heavy metal background concentration in soils: *Global Biochemical Cycles*, 18, 1–6.
 - Hernández, M. (2009). Estudio de la acumulación de plomo y cadmio por *asphodelus fistulosus* y *brassica juncea* para fitorremediar jales. Tesis de Maestría en Biotecnología, División de Ciencias Biológicas y de la salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.
 - Herrera C. I.,(1998). La minería mexicana de la colonia al siglo XX. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
 - Lin, Z., (1997), Mobilization and retention of heavy metals in mill-tailings from Garpenberg sulfide mines, Sweden: *Sci. Total Environ.* 198, 13-31.
 - Manahan, S.E., 1989, *Toxicological Chemistry. A guide to toxic substances in chemistry*: Michigan, USA, Lewis Publishers, Inc., 317 p.
 - Moncur, M.C., Ptacek, C.J., Blowes, D.W., and Jambor J.L., (2004). Release, transport and attenuation of metals from an old tailings impoundment: *Appl. Geochem.* 20, 639-659
 - National Environmental Protection Council (NEPC), 1999, *Guideline on Ecological Risk Assessment*: Adelaide, Australia, National Environmental Protection Council, Schedule B(5), 52 p.
 - Navas, A., Machín, J., 2002, Spatial distribution of heavy metals and arsenic in soils of Aragon (northeast Spain): controlling factors and environmental implications: *Applied Geochemistry*, 17, 961–973.
 - Nordstrom, D.K. & Alpers, C.N. (1999). Geochemistry of acid mine waste, in: Plumlee, G. S. and Logsdon, M. J., Eds. *Reviews, in Economic Geology, The environmental geochemistry of ore deposits. Part A: Processes, techniques and health issues*, v. 6A, p.p. 133-160.
 - Nriagu, J.O., 1988, A silent epidemic of environmental metal poisoning: *Environmental Pollution*, 50, 139–161.
 - Romero, F.M. y Gutiérrez-Ruiz, M. (2010). Estudio comparativo de la peligrosidad de jales en dos zonas mineras localizadas en el sur y centro de México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(1), 43-53.

-
- Seal, R.R., Foley, N.K. & Wanty, R.B. (2000). Introduction to geoenvironmental models of mineral deposits. Geoenvironmental analysis of ore deposits. 5th International Conference on Acid Rock.
 - SEMARNAT, (2004). Estadísticas del Medio Ambiente, México, 1997. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995-1996. Disponible en: http://carpetas.semarnat.gob.mx/estadísticas_2000/incendios/indice_informe.htm
 - Velasco, J., De la Rosa, A., Solórzano, G. y Volke, T. (2004). Evaluación de tecnologías de remediación para suelos contaminados con metales. Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, Informe de proyecto ante la Dirección de Investigación de Residuos y Proyectos Regionales, México. Recuperado de: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/metales_ei2004.pdf
 - Volke, T. y Velasco, J. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología(INE-SEMARNAT). 64 pp. México. ISBN: 968-817-557-9.

USO DE LAS TIC'S COMO ESTRATEGIA PARA CREAR VALOR Y VENTAJA COMPETITIVA EN LAS MIPYMES

M.E. Ramón Matías López
M. E. María de Jesús Orgán Silva
Dr. Armando Heredia Gonzalez
Dra. Miriam Silvia López Vigil
M.I.E. Leticia Franco Salazar

Resumen

Desde su origen las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) han demostrado ser una experiencia exitosa, lo cual se refleja en el crecimiento económico y redistribución del

ingreso del país. En este trabajo se busca determinar el grado de aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación y su efecto en la competitividad. Los datos son obtenidos a través de encuestas y entrevistas directas a los empresarios de las MiPyMEs manufactureras.

Palabras clave: MiPyMEs, TIC, Valor agregado.

Introducción

Debido a la apertura de la economía, a los avances tecnológicos y específicamente a las tecnologías de la información y la comunicación, el mundo se encuentra cada vez más comunicado e integrado y es necesario competir no solo con empresas locales o nacionales, sino con aquellas que vienen del exterior y producen o comercializan bajo diferentes sistemas financieros, esquemas de atención al cliente y una cultura laboral distinta, entre muchos otros factores que determinan la competitividad; se trata pues de una serie de elementos que además de multiplicarse cada día, están quedando fuera del alcance de las empresas nacionales, pero de manera más enfática, su impacto se ha reflejado en las Micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs).

Así, el objetivo fundamental de este trabajo es presentar un análisis sintetizado del grado de aprovechamiento y el efecto que las TIC han tenido en la competitividad de las MiPyMEs de Tehuacán y su región. Por otra parte se busca identificar las oportunidades y mejoras necesarias para optimizar su aprovechamiento, identificando soluciones tecnológicas para establecer las estrategias más adecuadas para lograr, la inserción de las MiPyMEs a la sociedad de la información, para lo cual se realizó un análisis de los principales aspectos del estado del arte de las TIC y su relación con la competitividad.

Este estudio se realizó a través de entrevistas directas y cuestionarios dirigidos, se buscó información que permita determinar cuál es la posición de las MiPyMEs de Tehuacán, Puebla y su región, en relación el grado de aprovechamiento de las TIC, así como la búsqueda de evidencias del efecto del uso de las TIC en la competitividad de las MiPyMEs.

El producto resultado de este trabajo es un informe sintetizado que permita determinar la situación de las MiPyMEs de Tehuacán y su región, en relación al uso de las TIC y el efecto que estas tienen en la competitividad de las mismas. Finalmente, este análisis permitió determinar algunas estrategias adecuadas para incrementar o mejorar el uso de las TIC y lograr su inserción en la sociedad de la información y por ende ser más competitivas.

Objetivo General

Determinar el grado de aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación y su efecto en la competitividad de las MiPyMEs.

Descripción del problema

A pesar de los avances en la tecnología, se ha detectado que en, en la región de Tehuacán, Puebla, aún existe algún grado de desconocimiento del uso adecuado TIC ha llevado a las microempresas, a limitar su mercado y su competitividad. Y debido a que la información es limitada para localizar y analizar los mercados externos, las oportunidades de negocios en el exterior se identifican de forma casual.

Por un lado, las MiPymes generalmente no cuentan con los recursos económicos necesarios para implementar una TIC y por el otro, no cuentan con el conocimiento técnico necesario para el manejo de las mismas, por lo que la aplicación de una TIC dentro de las MiPymes debe ser adecuada a la situación de cada una

Fundamento Teórico

Para contextualizar este trabajo, se consideraron entre otras, las teorías de competitividad, valor agregado, ventaja Competitiva, TIC's y competitividad, las cuales se resumen a continuación.

El Concepto de valor y ventaja Competitiva

El análisis de Porter de la ventaja competitiva señala que se deriva de dos cuestiones fundamentales. Se trata en primer lugar de definir cuan atractivo son los diferentes tipos de industria, considerando la rentabilidad a largo plazo; y en segundo lugar, lo que da una posición relativa dentro de las empresas de esa industria particular. Basa su análisis en los conceptos entrelazados de valor y ventaja competitiva. Sostiene que: "La ventaja competitiva crece fundamentalmente del valor de una empresa que es capaz de crear. El valor es lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el valor superior de ofrecer precios más bajos que los otros competidores por beneficios equivalentes o proporcionar beneficios únicos que compensen con creces los precios más altos". (Porter, 1985: 3); y continúa: "Una empresa es rentable si el valor que esta señala, supera los costos para la creación del producto. La creación de valor para los compradores que excede al costo de producirlo, es el objetivo de cualquier estrategia genérica. Valor, en lugar de costos, debe ser utilizado en el análisis de la posición competitiva". (Ibid: 38)

TIC's y competitividad

Porter reconoce el papel de la tecnología como uno de los principales motores de la competencia, alegando que juega un papel importante tanto en los cambios estructurales en las industrias existentes, así como en la creación de nuevas industrias. El cambio tecnológico es tan importante que influencia en la ventaja competitiva, tanto porque crea nuevas oportunidades para la competencia y debido a que juega un papel central en la estrategia competitiva existente a través de su presencia permanente en la cadena de valor.

Afirma que "Las tecnologías de la Información" y los "Sistemas de Información" son particularmente importantes como toda actividad, pues crean y utilizan la información.

Señala que la tecnología moderna de los sistemas de información juega un papel especialmente relevante en la programación, control, optimización, medición y coordinación de todo tipo de actividades. Del mismo modo, señala que las tecnologías de oficina o administrativas, aunque a menudo son descuidadas o no consideradas bajo el término general de los sistemas de información, también tienen un papel importante que desempeñar como: "El cambio que pueden realizarse en las funciones de oficina, es uno de los tipos más importantes de las tendencias tecnológicas que ocurren hoy en día para muchas empresas, aunque pocos están dedicando importantes recursos a la misma". (Ibid:168).

Las TIC's para creación de valor

¿Qué le ha faltado al trabajador mexicano que durante los últimos 40 años no ha sido más productivo? ¿Qué ha hecho el trabajador coreano para triplicar su valor en el mismo periodo? ¿o el japonés? Los expertos afirman que uno de los valores más importantes para lograr estos crecimientos en la productividad, ha sido el impulso que la tecnología ha ejercido sobre sus formas de trabajar, sus entornos, el manejo de los clientes y todas sus estructuras industriales.

Sin embargo, por sí mismas, las TIC no tienen ningún objetivo intrínseco. Solo cuando se construye el sistema de información deseado pueden ser consideradas como poseedoras de un valor potencial, el cual estará basado en el rango de los servicios de manejo de información que

provee (Tiernan y Peppard, 2004). De esta forma, la relación entre las TIC y la creación de valor depende esencialmente del mejoramiento de los procesos inherentes a la gestión de información lo cual le permite a la empresa cumplirlos requisitos del cliente y alcanzar un desempeño superior.

Uso de internet para crear valor

De acuerdo con Porter (2001), Internet debe observarse como una tecnología facilitadora, una serie de herramientas poderosas que se pueden usar prudente o imprudentemente, en casi cualquier industria como parte de casi cualquier estrategia. Por ello, las preguntas fundamentales son: ¿Quién capturará los beneficios económicos creados por Internet?, ¿Cómo puede ser compartido el valor entre empresas y clientes?, ¿Cuál será el impacto de Internet sobre la estructura de la industria?, ¿Aumentarán los beneficios? y ¿Cuál será el impacto sobre la estrategia?, ¿Apoyará o erosionará Internet la habilidad de las empresas para conseguir ventajas competitivas? (Porter, 2001).

Sin embargo, y a pesar de estas contribuciones y del crecimiento prolífico y el uso de Internet con objetivos de Marketing, la literatura académica subraya que los servicios ofrecidos por este medio son “generalmente pobres” (Griffith y Krampf, 1998; Kolesar y Galbraith, 2000; Burke, 2002; Darian et al., 2001; Zeithaml, 2002), y parece que muchos de los fracasos se deben a que las empresas no son capaces de entregar servicios de valor agregado real a sus clientes y cumplir con sus expectativas (Zott et al., 2000). Además, existe evidencia de que el uso creciente de tecnologías basadas en Internet aumenta la expectativa de los clientes sobre la disponibilidad de servicios y la naturaleza de los servicios ofrecidos (Armistead y Kiely, 2003; MacGaughey, 2003).

Además, esta literatura sugiere que Internet está convirtiéndose en una poderosa herramienta para resaltar la orientación de las firmas hacia los servicios al cliente (Levenburg, 2005). Esto último, relacionado con el hecho de que en el mundo virtual, el contacto es intangible, no hay entorno físico o personal de la firma y por ello, los sitios web son sólo otro tipo de servicio de la empresa que cuenta con una participación creciente del cliente en el desarrollo y provisión del mismo (Gounaris and Dimitriadis, 2003).

De acuerdo con Zeng y Reinartz (2003), Internet tiene un impacto muy diferenciado a través de las diferentes etapas del proceso de toma de decisión del cliente. El valor agregado real para los consumidores se materializa en puntos muy específicos en el proceso de compra.

Siguiendo a estos autores, la evidencia empírica muestra que la mayoría de las iniciativas de comercio electrónico, aunque han subrayado el incremento de la efectividad del proceso de búsqueda en línea, prestan mucha menos atención a facilitar las transacciones en línea y casi ignoran completamente la importancia de ayudar a los consumidores a tomar mejores decisiones. Todo ello ha originado una inmensa discrepancia entre el número de personas que realizan búsquedas de información en línea y aquellas que efectivamente realizan transacciones en línea.

Fig1. Actividades de Internet que agregan valor.

Por todo esto, Lumpkin y Dess (2004) proponen un modelo que describe las actividades de Internet que agregan valor desde la perspectiva del cliente, a través del aumento y facilitación de los procesos de compra. Estas actividades son: búsqueda, evaluación, resolución de problemas y transacción como se muestra a continuación:

- Búsqueda se refiere al proceso de recopilación de información e identificación de las opciones de compra. Internet ha aumentado tanto la velocidad como la extensión de la información a la que se puede acceder (Zeng y Reinartz, 2003).
- Evaluación se define como el proceso de consideración de las alternativas y comparación de los costos y beneficios de las diferentes opciones. Los servicios en línea que

facilitan las compras comparativas proporcionando comentarios de los productos y catalogando las evaluaciones de desempeño de los clientes convierten Internet en un recurso valioso.

- Resolución de Problemas es el proceso de identificar los problemas y necesidades, generando ideas y planes de acción para encausar dichas necesidades. Mientras la evaluación está principalmente relacionada con los productos, la resolución de problemas es usada típicamente en el contexto de servicios ya que muchos productos envuelven un componente tanto de producto como de servicio.

- Transacción está relacionado con el proceso de completar la venta incluyendo la negociación y acuerdo contractual, haciendo pagos y realizando entregas. Internet es capaz de reducir tanto los costos como la velocidad del proceso de transacción (Lumpkin and Dess, 2004).

Teniendo en cuenta estas aportaciones, la creación y mantenimiento de un sitio web requiere una variedad de servicios innovadores que agreguen valor, esto es, no limitarse únicamente a proveer a través de los portales una gran cantidad de información y conocimiento sino enfocarse en crear herramientas que soporten la eficiente distribución y utilización de dicho conocimiento (David and Foray, 1995)

Llevar a cabo actividades relacionadas con la creación de valor a través de Internet puede tener un impacto de cierta relevancia en el desempeño de la empresa. Es posible analizar la interrelación entre las actividades de Internet que agregan valor para los clientes y la generación de información relevante para la organización que se convierte potencialmente en recursos de valor. Cada actividad es capaz de producir información crítica para el diseño, evaluación o desempeño de varias de las áreas de la empresa tales como fabricación, marketing, servicio al cliente, finanzas, etc. Sin embargo, la generación de valor debe obligatoriamente incluir un componente de "interacción" entre la firma y el cliente, lo que a su vez implica un flujo de información en ambos sentidos, desde la firma hacia el cliente y viceversa.

La gestión de información es un proceso crucial cuando se pretende crear valor a través del uso de Internet (Marchand et al., 2000), debido a que la creación de valor requiere tanto de información y conocimiento como herramientas para conseguir los objetivos de la empresa (Tiernan y Peppard, 2004). De acuerdo con estos autores la creación y captura de valor para la organización se produce cuando las actividades propuestas son capaces de incrementar el desempeño de la firma. Más aún, es necesario evaluar la alineación entre la implementación de Internet y los objetivos de la empresa, de tal forma que se desarrolle un plan para analizar los beneficios esperados para el negocio (Ward et al, 1996; Peppard y Ward, 2003).

Dicho plan debe incluir cinco etapas: identificación, estructuración, planeación y ejecución del plan de beneficios, evaluación y revisión de resultados e identificación de otros beneficios adicionales. Estas consideraciones tienen dos dimensiones, la primera relacionada con los beneficios económicos y otra relacionada con el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Descripción del Método

Analizar el qué y cómo se aprovechan en las MiPyMEs las Tecnologías de Información y comunicación (TICs), así como buscar evidencia del efecto que estas tienen en la competitividad, de tal manera que puedan sugerirse estrategias que actúan como un importante motor del crecimiento porque a sus ventajas económicas en términos de valor añadido, productividad y empleo, se suman otras relacionadas con su carácter de interacción bidireccional, que permite la transmisión y generalización de ventajas y experiencias entre diferentes regiones y ambientes productivos.

Es claro que en la actualidad México enfrenta desafíos importantes, impulsados por la constante evolución del entorno mundial y el cambio tecnológico acelerado que implica nuevos retos y oportunidades. México requiere de una economía competitiva y generadora de empleos, para lo cual es

necesaria la interacción de varios elementos como las instituciones, la dotación del capital físico, las capacidades de los ciudadanos, la infraestructura y la tecnología disponibles. Para que el desarrollo sea sustentable, es necesario invertir en todos estos aspectos del sistema económico y social.

Es necesario partir de un estudio que permita determinar en primer lugar, cual es el nivel de aprovechamiento de las Tics que tienen las MiPyMEs de Tehuacán y su región. Considerando que las estrategias de negocio utilizadas por las MiPyMEs, la forma de trabajo, la comunicación e interacción con otras empresas, determinaran en gran medida su participación en la economía, en el comercio y en el desarrollo de nuestro país, ya que la Sociedad de la Información se ha convertido en el modelo mediante el cual las empresas, los ciudadanos y los gobiernos comparten información, conocimiento y cultura.

Definición y operacionalización de las variables de estudio.

Tabla 1. Descripción de las variables de estudio.

Variable	Sub variables	Indicadores	Escala
Características de la empresa	Tamaño		
Forma jurídica			
Ámbito			
Sector económico	Número de empleados		
Publica, Social privada.			
Local, Regional, nacional.			
Sector primario			
Sector secundario			
Sector terciario	Nominal		
Conocimiento de las TICS	Importancia		
Inversión			
Personal Técnico en TICS.			
Utilización	Opinión del grado de importancia.		
Existencia de inversión en TICS.			
Suficiencia del personal técnico en el área de TICS.			Nominal
Utilización de las TIC en su empresa	Reingeniería		
B2C (Empresa consumidor)			
B2B(Empresa a Empresa)			
B2E(Empresa a empleado)	Existencia		
Frecuencia de uso	Nominal		
Impacto de las TIC en su empresa	Procesos administrativos		
Procesos productivos			
Cultura organizacional	Frecuencia de uso		Nominal
Tecnología utilizada	Tipo de Tecnología		Tipo
Tiempo de uso	Nominal		
Aplicación	Aplicaciones		
Tipo de software	Actividad		
Aplicaciones del software	Nominal		

Métodos estadísticos.

- Validación de escalas con análisis factorial, para analizar la forma en que se agrupan las dimensiones.
- Correlación y regresión lineal para determinar el grado de relación de las variables.

- Utilización del paquete estadístico para ciencias sociales SPSS, para todas las pruebas estadísticas.

Resultados

El estudio fue dirigido a las micro, pequeñas y medianas empresas específicamente de la industria de la transformación ubicadas en el municipio de Tehuacán, Puebla, México, la intención inicial era realizar un censo, pero debido a la resistencia de muchas empresas, se recabaron 59 cuestionarios que aportaron información de las variables de estudio planteadas. De las MiPyMEs manufactureras encuestadas se encontró el 84.71% pertenecen al sector privado y el 13.56% al sector público.

Figura 1. Caracterización de la MiPyMEs.

De las empresas encuestadas permitieron determinar su actividad económica, hallándose que el 30.51% se dedica a la elaboración de alimentos y bebidas, el 1.69% se dedica a la elaboración de fármacos, el 10.17% al calzado, el 25.42% confeccionan prendas de vestir, el 5.08% a la metalurgia, el otro 3.9% transformación de plástico, maderas y derivados el 1.69% y el 22.03% contestó que otras actividades diferentes

Figura 2. Caracterización de la MiPyMEs por actividad económica

La tabla 2, muestra un resumen del ámbito donde las empresas realizan sus operaciones comerciales de compra y venta, sobresaliendo en ambos casos el ámbito nacional con un 55.93% y 71.19% en ventas y compras respectivamente.

Tabla 2. Operaciones Comerciales de las MiPyMEs.

Ámbito de realización de operaciones comerciales

Ámbito	Ventas		Compras	
	No	%	No	%
Local	15	25.42	7	11.86
Regional	17	28.81	11	18.64
Nacional	33	55.93	42	71.19
Internacional	6	0.17	9	15.25

Otra variable que se busco es determinar el tiempo que las empresas tienen utilizando equipo de cómputo, dato que aporta información del grado de madurez en su uso. Los resultados que se obtuvieron fueron los que se muestran en la tabla 3.

Como puede observarse, el 88.14% contestó que tienen más de 2 años, es decir que existe alguna experiencia con su uso.

Tabla 3. Tiempo de uso del equipo de cómputo

Tiempo de utilización del equipo de computo

	Casos	%
Más de 2 años	52	88.14
1-2 años	2	3.39
0-12 meses	0	0
0-6 meses	1	1.69
No contestó	1	1.69

No utiliza	3	5.08
Total de casos	59	100

Además del tiempo de uso se preguntó que en caso de no usarlas cual es la razón. Como puede observarse en la Tabla 4, algunos consideran que no es necesaria para realizar su operación.

Tabla 4. Razones por las cuales algunas empresas no utilizan equipo de cómputo. Nótese que la mayoría contestó que no es necesaria para la actividad que realizan.

Razones por las cuales algunas MiPyMEs

No usan equipo de cómputo

Razón Casos %

Desconoce su utilización.	0	0
Difícil su utilización.	1	1.69
Los empleados no saben usarlo.	3	5.08
Costo elevado para la empresa	2	3.39
No es necesaria para mi actividad	6	10.17

Razones por las cuales algunas MiPyMEs

No usan equipo de cómputo

Razón Casos %

Desconoce su utilización.	0	0
Difícil su utilización.	1	1.69
Los empleados no saben usarlo.	3	5.08
Costo elevado para la empresa	2	3.39
No es necesaria para mi actividad	6	10.17

Por otra parte se buscó determinar el uso que le dan a Internet, a fin de conocer las principales aplicaciones y la relación de estas con su grado de competitividad. Como puede apreciarse en la figura 3., 45 empresarios de 59 contestaron que la utilizan para concertar compras, aunque no deja de ser importante su uso para comercio y publicidad.

Figura. 3. Utilización de Internet en las MiPyMEs encuestadas, sobresaliendo su uso para realizar compras.

Finalmente, se preguntó por las principales aplicaciones de software dentro de las MiPyMEs encuestadas, como puede apreciarse en la figura 4. La mayoría, 48 casos de 59, indicaron que utilizan aplicaciones dedicadas a la administración.

Figura . 4. Utilización del software de aplicación en las MiPyMEs encuestadas, sobresaliendo su uso para realizar tareas administrativas.

Conclusiones

El sector de MiPyMEs predominante en Tehuacán, es el sector privado, dedicado específicamente a la producción de alimentos y bebidas , seguido de las dedicadas a la confección de prendas de vestir con un y en tercer lugar se encuentran las dedicadas a la industria del calzado. De estas, poco más de la mitad, el 56%, realiza operaciones comerciales

a nivel nacional. El 52% de las empresas encuestadas refiere tener más de 2 años utilizando equipo de cómputo, y las que no lo hacen consideran que no es necesario para la actividad que realizan. Es interesante notar que la mayoría utiliza el Internet para realizar compras y para búsqueda de información y que el software es utilizado principalmente para realizar actividades administrativas y control de producción. Pero, ¿qué se puede concluir?, si la mayoría utiliza recursos computacionales y otras TIC, ¿Por qué no han trascendido la barrera del mercado local?

Todo parece indicar dos problemas: primero, los equipos no son utilizados adecuadamente ya que sólo se utilizan en tareas tradicionales y básicas, y segundo, las estrategias del empresario no consideran el uso de TIC, por lo cual no se hayan alineados con estas y no se realizan las inversiones necesarias para su adquisición y buen uso. Esto conlleva a que no haya personal técnico o profesional en estas áreas.

Trabajo a futuro

Determinar las estrategias más apropiadas para incrementar o mejorar el uso de las TIC y desarrollar modelos de aplicación ad hoc a cada estrato empresarial, para lograr su inserción en la sociedad de la información y así ser más competitivas.

Referencias

1. Regalado Hernández Rafael. Las MIPYMES en Latinoamérica. Estudios e Investigaciones en la Organización Latinoamericana de Administración. Red Latinoamericana de Investigadores en Administración, Consejo Iberoamericano de Administración. Iberoamérica 2007.
2. Porter, M. (1987) From Competitive Advantage Corporate Strategy, Harvard Business Review, May/June 1987 pp 43 -59.
3. Páramo Gómez del Campo Leonor. Las Tecnologías de Información en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. AMITI.
4. Zermeño González Ricardo, Espinosa Cruz Susana. Evidencias del valor de TI para las organizaciones mexicanas, Programa de Alineación de la Tecnología al Negocio (PATN) (2005). AMITI.
5. Macau Rafael. (Vol. 1 No.1 Septiembre 2004). TIC: ¿PARA QUÉ? (Funciones de las tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones). Revista Universidad y sociedad del Conocimiento. ISSN 1234-5678.
6. Millán Eduardo (2007). EVERIS. Indicador de la Sociedad de la Información (ISI) Resumen ejecutivo de la situación de las Tecnologías de la Información en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. 1º Trimestre de 2007.
7. Comisión Intersecretarial de Política Industrial. Secretaría de Economía. Observatorio PyME México. Primer Reporte de Resultados 2002. Marzo de 2003.