

Detección temprana de la Enfermedad Escoba de la bruja, utilizando la herramienta Sobel en imágenes de escalas a grises

AVILEZ-BUSTOS, Dante Ezequiel*†, GONZALEZ-HURTADO, Pedro Enrique, NORIEGA-GUZMAN Rocio y MASTACHE-LAGUNAS, Angel Agustin

Universidad Tecnológica de la Región Norte del Estado de Guerrero. S/N, Civi, 40032 Iguala de la Independencia, Gro.

Recibido Enero 18, 2017; Aceptado Marzo 15, 2017

Resumen

En la actualidad el sector agrícola ha tenido la necesidad de crear nuevos sistemas de obtención de información incorporando las tecnologías de la información y comunicación para tareas que van desde el estudio del suelo hasta la predicción de enfermedades en los cultivos a través de imágenes. Uno de los cultivos mas importantes en la Región Norte del Estado de Guerrero, es el cultivo del mango petacón, el cual es atacado por la enfermedad denominada escoba de la bruja, que ocasiona la pérdida alrededor del 60% de la producción. En estos sistemas de producción es viable utilizar las tecnologías de la información y comunicación para la detección oportuna de esta enfermedad y la toma decisiones por parte de los técnicos y/o productores. En el presente trabajo se aplicó la herramienta del operador Sobel en el procesamiento de imágenes y se elaboró un algoritmo para la detección de bordes dentro de una imagen a escala grises, con el fin de identificar la enfermedad a través del suavizado, la eliminación de ruidos y el realce de bordes, para comparar el producto resultante con una base de patrones y determinar la presencia o ausencia de la enfermedad.

Algoritmo, Escoba de la Bruja, Sobel

Abstract

Nowadays the agricultural sector has needed to create a new system to get information, therefore is necessary to involve information and communication technology in order to do studies of the soil until diseases predictions in the crops through images. One of the most important crops in the North Region from Guerrero State is “el mango petacon”, which has been attacked by a disease named “broom of the witch”, this disease provokes the loss around 60% of the production. In this production system it is advisable to use the information and communication technology to detect the disease quickly, and the technicians and producers can take an oportune decisions. In the present work we applied the tool from the operator “SOBEL” in the images process, as well as the use of algorithm to detect the edges into the images in gray scale, with the purpose of identifying the disease through the softening, elimination of noises and the enhancement of the edge to compare the final product with a pattern base, thus determinate the presence or absence of the disease

Algorithm, Sobel, Witch Broom

Citación: AVILEZ-BUSTOS, Dante Ezequiel, GONZALEZ-HURTADO, Pedro Enrique, NORIEGA-GUZMAN Rocio y MASTACHE-LAGUNAS, Angel Agustin. Detección temprana de la Enfermedad Escoba de la bruja, utilizando la herramienta Sobel en imágenes de escalas a grises. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2017. 4-10: 35-42.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: gonzalezh@utrng.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

1. Introducción

México ocupa el sexto lugar a nivel internacional en la producción de mango, en 2011 se cosecharon 174,969.85 ha con un rendimiento de 1,632,649.34 t y un valor en miles de pesos de 4,347,697.77[7]. A nivel nacional, los principales estados productores son Sinaloa, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Veracruz y Michoacán.

El estado de Guerrero ocupa el tercer lugar con una superficie cosechada de 24,658 ha y una producción de 13,473 t ha⁻¹. Las regiones productoras son Costa Grande, Costa Chica, Tierra caliente y Región Norte; siendo la Región de Tierra Caliente y Norte, las más afectadas con una superficie de 2,804 ha. En la mayoría de las zonas productoras se presenta el problema fitozanitario de la escoba de la bruja, la cual provoca decrementos superiores al 60% de rendimiento; en ataques severos, el daño llega hasta el 100% debido a que los árboles no producen fruta o ésta es afectada prematuramente por acción de la enfermedad [6-7].

Las tecnologías de la información en la búsqueda de soluciones en este tipo de problemáticas, constituyen una alternativa en el desarrollo de herramientas a través del entorno de trabajo Matlab, para procesar imágenes a escala de grises, trabajando especialmente en la detección de bordes, que son la base para el reconocimiento de patrones en la identificación de la enfermedad.

1.1.-Justificación

El desarrollo de la aplicación tecnológica en el presente trabajo, tiene como finalidad crear un algoritmo para la detección de bordes por medio del procesamiento de imágenes, tomando en cuenta la herramienta matemática “Sobel”; La cual tiene las siguientes funciones específicas:

1. Es utilizado en procesamiento de imágenes, especialmente en algoritmos de detección de bordes.
2. Técnicamente es un operador diferencial discreto que calcula una aproximación al gradiente de la función de intensidad de una imagen. Para cada punto de la imagen a procesar, el resultado del operador Sobel es tanto el vector gradiente correspondiente como la norma de este vector.
3. La herramienta Sobel es capaz de trabajar con los formatos más comunes, como lo son .JPG, .PNG, .GIF, .TIF, entre otros. En particular, se trabaja con el formato JPG debido a que los celulares inteligentes de la actualidad disponen de ese formato [8].

1.2 Problema

El proyecto surge como medida de ayuda a la creciente pérdida de cultivos de mango por la enfermedad coloquialmente conocida como “Escoba de la Bruja” en la Región Norte del Estado de Guerrero. Esta enfermedad se genera a través de la malformación floral, la cual es considerada como el principal problema fitopatológico del mango en todo el mundo. El agente causal de la malformación floral aún no es conocido, también se desconoce cómo penetra al árbol. Se han detectado diversos factores relacionados con la presencia de la enfermedad; dentro de estos se puede mencionar a los hongos “*Fusarium moniliforme*” y “*Fusarium Oxysporum*”[1].

La identificación de la enfermedad se pretende realizar a través de fotografías que el técnico o productor realicen en campo, por medio de dispositivos móviles con formato JPG. Estas fotografías deberán procesarse con la finalidad de indentificar bordes para el reconocimiento de patrones siendo necesario el desarrollo del algoritmo que permita el uso de herramientas disponibles, como el sobel.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Detección temprana de la enfermedad “Escoba de la bruja” en cultivos de mango petacón, a través del desarrollo de un algoritmo matemático utilizando la herramienta sobel.

1.3.2 Objetivos específicos

- Detección de bordes en imágenes con escala de grises.
- Suministrar información sobre las fronteras de los objetos.
- Segmentar la imagen.
- Reconocer objetos abstractos estableciendo comparativos con patrones.

2. Marco Teórico

Detección de bordes

La detección de bordes en el procesamiento de imágenes es una de las operaciones básicas y comunes; cuyo objetivo es determinar las regiones en una imagen que presentan cambios significativos de intensidad en los pixeles que la conforman. La utilización de imágenes de escalas a grises tienen una función de bivariable $f(x,y)$, donde x e y son las coordenadas de ubicación (fila, columna); Así de esta forma la detección de bordes en una imagen, utiliza un gradiente que determina la tasa de variación en ambas direcciones.[4]

$$\nabla_f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Una de las clasificaciones de las técnicas de detección de bordes en la que se utilizan operadores locales basados en aproximaciones discretas de la primera y segunda derivada de los niveles de grises de las imágenes son: Operador Roberts, prewitt, canny, sobel y Frei-chen.[4].

Operador Sobel

Según R. Macias-Igari (2016) El operador de Sobel al igual que los operadores de gradiente tienen la tarea de suavizar la imagen de tal manera que se elimina un poco de ruido de la imagen si es que lo tiene, por lo consiguiente se puede desaparecer falsos bordes.[5].Para dicha tarea existen 2 mascarar de 3x3, una para el gradiente horizontal G_x y una para el gradiente vertical G_y , que se utilizan como operadores de Sobel. A partir de eso las derivadas basadas en los operadores de Sobel son (figura1):

$$G_x = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

$$G_y = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)$$

Figura 1 Derivadas de operadores de sobel

Donde los valores de Z en la figura 1 son los pixeles evaluados por las máscaras en cualquier localización de la imagen. Para obtener los valores del gradiente de la imagen y la magnitud se puede obtener con la expresión 2 y 3(Figura 2). Con esas expresiones obtenemos el valor del gradiente en dichos pixeles, para obtener el siguiente valor, las máscaras se mueven al pixel siguiente, es decir, la nueva posición. Una vez que se ha obtenido la magnitud del gradiente, se puede decir si un pixel es un borde o no, obteniendo una imagen binaria en la salida (Figura 3).

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}; \quad \Phi(x,y) = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x}$$

Figura 2 para obtener el Valor del gradiente

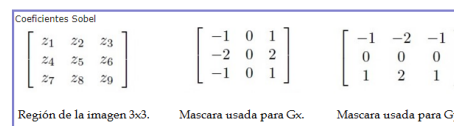


Figura 3 Representación de una imagen binaria

Estructura de Algoritmo Computacional

La información proviene completamente del establecimiento y funcionamiento del gradiente matemático sobel, el cual su plataforma de trabajo es el software matlab y que se debe realizar en un script para su aplicación:

```

Editor - C:\img\Matlab\Algoritmos\Sobel.m
GaussainBlur.m  Sobel.m  +
1 - I = imread('prueba.png');
2 - figure, imshow(I), title('Imagen Original');
3
4
5 - [~, threshold] = edge(I, 'sobel');
6 - fudgeFactor = .5;
7 - BWs = edge(I, 'sobel', threshold * fudgeFactor);
8 - figure, imshow(BWs), title('Sobel Simple');
9
10 - se90 = strel('line', 3, 90);
11 - se0 = strel('line', 3, 0);
12
13 - BWsdil = imdilate(BWs, [se90 se0]);
14 - figure, imshow(BWsdil), title('Gradiente Sobel');

```

Figura 4 Algoritmo computacional

Asi la estructura del algoritmo computacional es el siguiente:

- Se obtiene la imagen a escala de grises convertida con la herramienta paint en un formato jpg.
- Se programa el gradiente matemático con la función edge en matlab.
- Se establece la máscara 3x3 que es convertida en una matriz, la cual realiza un recorrido vertical y horizontal estableciendo una digitalización binaria para el reconocimiento de los bordes.
- Se realiza la interpretación de resultados.

3. Metodología de Investigación

Esta investigación tuvo un enfoque de campo considerando dos huertas de mango ubicadas en la comunidad de Metlapa, Guerrero y en las instalaciones de Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, de las cuales se obtuvieron las evidencias fotográficas utilizadas en las las siguientes etapas:

Captura de imágenes se realizó a través de una cámara fotográfica Nikon D3300 con un sensor 24² Megapixeles, en las cuales se procesaron imágenes de dimensiones de 4496 x 3000 pixeles, bajo un formato JPG las cuales a través de herramientas como paint y photoshop se preparan para ser utilizadas en la plataforma MATLAB; **Preparación de imágenes** se modificaron las imágenes a una tamaño de 500 x 384 pixeles, utilizando una escala de color RGB convertida a una escala a grises (Figura 5).

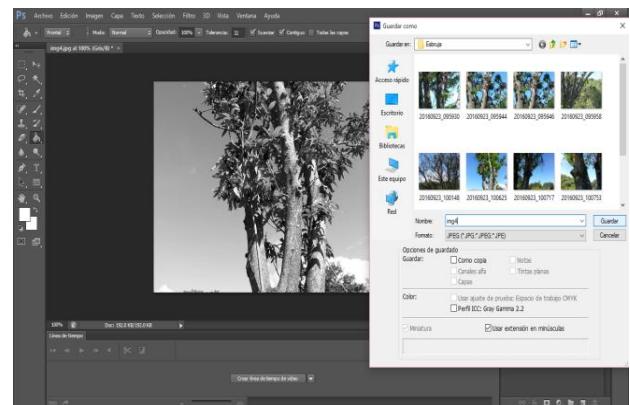


Figura 5 Preparación de Imagen

Codificación del algoritmo se realizó a través de un script que contiene las funciones que permiten llevar a cabo el filtrado de dichas imágenes (Figura 6).

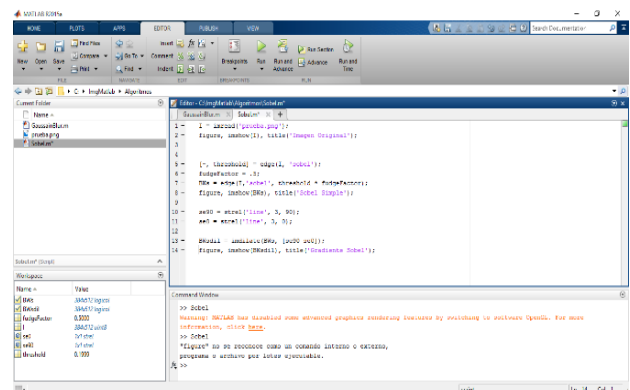


Figura. 6 Codificación Sobel

Filtrado y detección de bordes, se utilizó un gradiente matemático complementario de una f en el punto de coordenadas (x,y) , que realiza la tarea de la detección del borde en el objeto requerido(Figura 7);

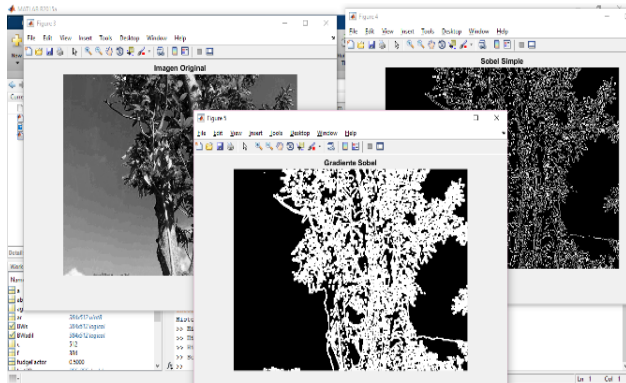


Figura.7 Filtrado de imágenes

Segmentación en esta última etapa se realizó el aislamiento del objeto y se efectuó la interpretación de resultados.

3.4 Metodología de Desarrollo de Software

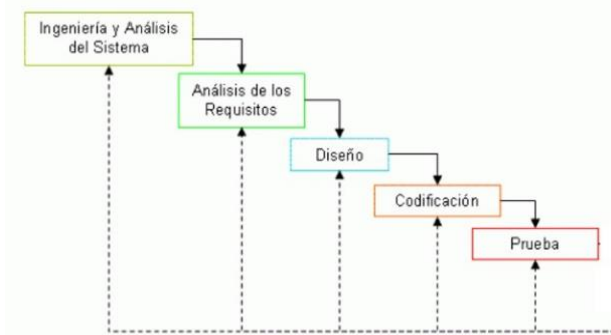


Figura.8 Metodología en cascada

Para realizar el proyecto, fue necesario seguir de manera secuencial las fases que son indicadas en la metodología utilizada en el desarrollo de software conocida como “Cascada” (Figura 8). En esta metodología operativamente se trabaja con las fases de preparación del procesamiento de imágenes y el reconocimiento de patrones, las cuales son:

Fase I. Análisis

En esta fase se enfocó el trabajo en conocer el proyecto, las necesidades del equipo de trabajo, el entorno en el cual se iba a trabajar y cuál sería la función dentro del cuerpo académico de la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero, también se tuvo el conocimiento previo a la enfermedad que los cultivos de mango en la Región Norte del Estado presentan y la cual es conocida como “La escoba de la bruja”. Principalmente el equipo de trabajo necesitaba un instrumento (script) diseñado mediante Matlab y con apoyo de herramientas matemáticas: Sobel, Gaussian Blur y Canny; los cuales trabajaran en la detección de bordes en imágenes a escala de grises y el desenfoco de las mismas para la detección de anomalías, combinando varias herramientas a la vez, en el siguiente orden: * Sobel + Gaussian Blur * Canny + Gaussian Blur Esperando mejores resultados que la utilización individual de cada algoritmo.

De igual manera se trabajó con las imágenes proporcionadas por parte del cuerpo académico con quien se laboró en conjunto durante este periodo, las imágenes debieron ser previamente editadas ya que los algoritmos trabajan con imágenes a escalas de grises, también algunas imágenes fue necesario cortarse, esta tarea se realizó mediante el software “Paint”.

Fase II. Diseño

Una vez investigados los algoritmos y las funciones de Matlab, se aplicaron diferentes niveles del mismo filtro a las imágenes, desarrollándose los scripts pensando en los múltiples resultados que pueden arrojar, así que cuando se corre un script este muestra diferentes ventanas, una ventana es la imagen original, la segunda es una imagen con el filtro aplicado al 50% y la tercera imagen es con el filtro aplicado al 100%.

Eso aplica para las herramientas Canny y Sobel, para Gaussian Blur simplemente se muestra la imagen modificada pues no se puede controlar la cantidad del filtro que se aplica, ya que se aplica a toda la imagen.

Fase III. Codificación

Es la fase en donde se implementa el código fuente, haciendo uso de prototipos así como de pruebas y ensayos para corregir errores. Dependiendo del lenguaje de programación y su versión se crean las bibliotecas y componentes reutilizables dentro del mismo proyecto para hacer que la programación sea un proceso mucho más rápido.

Fase IV. Pruebas

Para poder hacer las pruebas previas en escritorio se prepararon las imágenes que serían trabajadas. Para dicha acción se utilizó el software paint y photoshop; dentro de la preparación se realizó:

La ejecución de la imagen que fue proporcionada por las personas interesadas del proyecto. Se cortó la imagen, para agilizar el procesamiento y se transformó a escala de grises con la ayuda de Photoshop versión 6.2. Se guardó la imagen en formato .JPG ya convertida a escalas de grises y lista para darle uso. Se ejecutó la imagen preparada para hacer pruebas de lo antes codificado y verificar el resultado.

4. Resultados

Con este proyecto se logró implementar la herramienta sobel en el desarrollo de un algoritmo computacional que trabaja en la plataforma de Matlab, con la cual se detectaron bordes en las imágenes de escalas a grises como parte del proceso de identificación de la enfermedad Escoba de la bruja.

Así mismo la aplicación de dicha herramienta permite comparar con otras técnicas como canny y Gaussain Blur en los que se tiene como resultado que el operador sobel convierte las áreas de mayor intensidad en oscuras y a su vez permite resaltar los bordes que componen la imagen, eliminando el ruido en un 60%; teniendo una identificación de mayor precisión en este tipo de cultivo derivado de las máscaras de filtrado que maneja el algoritmo de 3 x 3; pero se tiene una desventaja con el manejo de los archivos de las imágenes volviendo lenta la plataforma en la que se opera.

En cambio los operadores canny o gaussain Blur son más rápidos en el procesamiento de imágenes, pero su filtrado arroja mayor ruido al momento de detectar los bordes del objeto e impide un análisis preciso debido a que las máscaras de filtrado es 1 x 1 o 2 x 2. Por su parte gassain blur su función es desenfoncar la imagen impidiendo que se visulicen a un más los bordes de los objetos a identificar. (Figura 10-11).

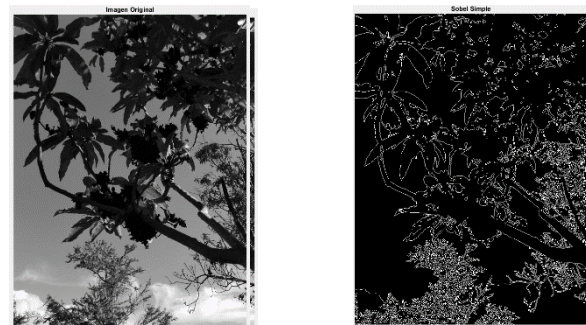


Figura 10 Aplicación del algoritmo.



Figura 11 Detección de bordes con el algoritmo (segmentación)

Agradecimiento

Se Agradece a la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero y al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero.

5. Conclusiones

Se desarrolló un algoritmo a través de la herramienta sobel, que permite el tratamiento de imágenes a escala a grises para el reconocimiento del patrón de la enfermedad. Este algoritmo identifica bordes con precisión, constituyendo la base para llevar a cabo el procesamiento de reconocimiento de patrones. Así es factible determinar si el cultivo presenta la enfermedad, evaluando formas, colores e intensidad de los mismos.

6.-Referencia

Alejandro Casimiro Michel Aceves, Marco Antonio Otero Sánchez, Antonio Díaz Castro, Rubén Darío Martínez Rojero, Rafael Ariza Flores y Aristeo Barrios Ayala;(2013) Biocontrol de la "Escoba de Bruja" del Mango, con *Trichoderma* spp., en Condiciones de Campo- Rev. mex. Fitopatología vol.31 no.1 Texcoco.

Alejandro Casimiro Michel-Aceves, Marco Antonio Otero-Sánchez, Leticia Yuridia, Solano-Pascacio 2008: Biocontrol in vitro con *Trichoderma* spp. de *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. y Reinking) Nelson, Toussoun y Marasas y *F. oxysporum* Schlecht., Agentes Causales de la "Escoba de Bruja" del Mango (*Mangifera indica* L.) 18/ Volumen 27, Número 1.

Artículo acerca de la enfermedad "La escoba de la bruja"
<http://www.cesix.inifap.gob.mx/frutalestropical/es/articulos/7.pdf>

Caludio A. Perez, "Resumen_4" –Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, 2014.

Cursos online
https://www.youtube.com/watch?v=QQN-X9hMkm4&index=1&list=PLSEnaPkW65BHbwhX5mz9_epqncRc7edZI

<http://descargar.mp3.es/adobe-photoshop-cs6-p228677>

<http://es.ccm.net/contents/718-filtros-graficos>

<http://www.alegsa.com.ar/Dic/script.php>

<http://www.monografias.com/trabajos5/matlab/matlab.shtml>

<http://www.sparxsystems.com.ar>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo>

https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_grises

https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Paint

https://es.wikipedia.org/wiki/Operador_Sobel

<https://es.wikipedia.org/wiki/RGB>

AVILEZ-BUSTOS, Dante Ezequiel, GONZALEZ-HURTADO, Pedro Enrique, NORIEGA-GUZMAN Rocio y MASTACHE-LAGUNAS, Angel Agustin. Detección temprana de la Enfermedad Escoba de la bruja, utilizando la herramienta Sobel en imágenes de escalas a grises. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2017.

https://translate.google.com.mx/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.mathworks.com/help/images/examples/detecting-a-cell-using-image-segmentation.html&prev=search_

<https://www.definicionabc.com/tecnologia/pixel.php>

https://www.ecured.cu/Modelo_en_cascada

https://www.youtube.com/watch?v=WH1wHFijB00&list=PLYBQyHV-6iUIT50KAH7hp_kkBKgZ4tU8S

Macias-Igari, J. A. Rodríguez-Meza, J. N. Alba-Juárez y H. Taud (2016) Extracción de bordes; operadores sobel, prewitt y Roberts. Instituto Politécnico Nacional, CIDETEC. Unidad Profesional Adolfo López Mateo

Michel-Aceves, A.C., Rebolledo-Domínguez, O., Lezama-Gutiérrez, R., Ochoa-Moreno, M.E., Mésima-Escamilla, J.C., y Samuels, G.J. 2001. Especies de *Trichoderma* en suelos cultivados con mango afectados por "Escoba de Bruja" y su potencial inhibitorio sobre *Fusarium oxysporum* y *F.subglutinans*.

Tecnología en la agricultura.
<https://www.agroptima.com/blog/5-innovaciones-tecnologicas-que-todo-agricultor-deberia-conocer/>

Universidad Jaen; Detección de bordes en una imagen. Área de Ingeniería de Sistemas y Automática. Curso 2005/2006.

Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero. <http://utrng.edu.mx>

Vives, L., Mejía, H. Vilcherrez, K., Vassallo, M. Visión Artificial: Aplicación de filtros y segmentación en imágenes de hojas de café – Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación VOL 1/Nº 2, ISSN: 2313-1926/Diciembre 2014