

-
- *El problema de la basura en el interior del estado de Yucatán*
 - *Fresa transgénica: importancia, beneficios y avances científicos en México*
 - *Elementos que originan estrés en docentes universitarios del área económico administrativa*
 - *Expectativas y percepciones de los clientes de un restaurante en la ciudad de Mérida, Yucatán*
 - *Algoritmo genético y algoritmo de sistema de hormigas aplicados al problema del agente viajero*
-



ÍNDICE

El problema de la basura en el interior del estado de Yucatán	01
Fresa transgénica: importancia, beneficios y avances científicos en México	10
Elementos que originan estrés en docentes universitarios del área económico administrativa	14
Expectativas y percepciones de los clientes de un restaurante en la ciudad de Mérida, Yucatán	22
Algoritmo genético y algoritmo de sistema de hormigas aplicados al problema del agente viajero	28



Editorial

La revista Reaxión, presenta este octavo número con reflexiones sobre temas de gran actualidad como son: el manejo de residuos, alimentos transgénicos, la calidad en el servicio, el estrés propiciado en el ámbito docente, y la aplicación de un método metaheurístico que se puede adaptar a varios problemas para optimizar el tiempo. Los temas y sus acercamientos podrán favorecer con otra mirada al lector, que es uno de los propósitos de Reaxión.

Los autores Fernando Canul Bacab y Pedro Ezequiel May Hoil presentan la investigación sobre problema de la basura de tres municipios yucatecos respecto a la generación y manejo de los residuos sólidos urbanos. Esta problemática, tan común en nuestros días y en la mayoría de las ciudades mexicanas, es presentada en este artículo a partir de las características geográficas de los municipios y de los tipos de residuos que generan; lo más importante, es que pretende sensibilizarnos en la cultura ambiental, que se requiere el cambio de costumbres tanto en el uso excesivo de empaques como en el reciclaje de los desechos.

Un tema de gran interés, por la controversia que propicia, es el de los alimentos transgénicos que son modificados al agregárseles genes exógenos de una especie a otra, por las opiniones encontradas respecto a estos procesos de ingeniería genética; el artículo Fresa transgénica: importancia, beneficios y avances científicos en México, permite un acercamiento a la manera en que se trabaja este fruto; además de la repercusión sanitaria, económica y social que conlleva.

El estrés en el personal docente fue objeto de una investigación descriptiva en el área Económico Administrativo de una institución pública de educación superior; este artículo ofrece una revisión de varios conceptos de estrés, reafirma a las/los docentes como uno de los grupos de profesionales más afectados por este problema dado que naturalizan los síntomas estresantes; es por ello, que la conclusión presentada sobre un programa de capacitación para identificarlo y trabajarlo es de lo más pertinente.

El estado de Yucatán, es tratado nuevamente en este número; el artículo Expectativas y percepciones de los clientes de un restaurante en la ciudad de Mérida, Yucatán en donde se analiza, la calidad en el servicio de la empresa, en este caso, una dedicada a los cortes finos. La investigación permitió medir el nivel de calidad percibido por la clientela y cómo la calidad del servicio es fundamental, no basta con la del producto. La herramienta fundamental - que concluye este artículo-, es la capacitación al personal a fin de mejorar su desempeño para cumplir las expectativas y mejorar las percepciones de la clientela.

Un tema sumamente interesante es el que presentan, Juan Adolfo Montesino Guerra y Héctor José Puga Soberanes en su trabajo denominado Algoritmo genético y algoritmo de sistema de hormigas aplicado al problema del agente viajero. Este método denominado metaheurístico, comentan los autores, pertenece a la clase de problemas NP-Duros debido a que no existe un algoritmo exacto que lo resuelva en tiempo polinomial y es importante ya que varios problemas de optimización combinatoria se pueden modelar con base en él: como la planeación de rutas de transporte, el taladrado en placas de circuitos, la planeación de tiempos de vuelos y la asignación de tareas. Si el lector, no tiene mayor conocimiento de este tema, este artículo le permite un conveniente acercamiento.



Comité Editorial

Liliana González Arredondo
Editor en jefe

José Arturo Segovia Rosales
Diseño Editorial y de Imagen

Daniel Israel Rodríguez Gante
Integrador Web

Laura Margarita Aguilar Cervantes
Corrector Editorial

Mónica Lucero López Rueda
Corrector Editorial

Ma. Angelina Rangel Cervantes
Corrector Editorial en Lengua Extranjera

Adriana López Barberena
Representante de Área Económico Administrativo

Ma. Guadalupe Serrano Torres
Representante de Área Económico Administrativo

Francisco Javier Martínez Serrano
Representante de Área Electromecánica Industrial

Ricardo Miguel Sánchez Durán
Representante de Área Tecnologías de la Información y Comunicación

Brett González Cárdenas
Representante de Área Sustentabilidad para el Desarrollo

J. Guadalupe Santos Gómez
Representante de Área Ingenierías



El problema de la basura en el interior del estado de Yucatán

(Por: Fernando Canul Bacab, Pedro Ezequiel May Hoi)

Resumen

Los sitios de disposición de los residuos sólidos urbanos (basura) no solo contaminan el ambiente, también son fuentes alimenticias y de reproducción para cientos de roedores y otras plagas de animales, los cuales son portadores de vectores de ciertas enfermedades perjudiciales para la salud de las personas como son los malestares gastrointestinales y respiratorios.

La finalidad de este trabajo es comparar y mostrar que la problemática y los elementos que integran los residuos sólidos urbanos es común en los diferentes municipios que se encuentran en el interior del Estado de Yucatán, tomándose como referencia a tres poblaciones similares en cuanto a cantidad de habitantes como son los municipios de Izamal, Tixkokob y Motul.

Se realizó una revisión de los trabajos que abordan la problemática de la generación de residuos sólidos urbanos en cada uno de los municipios del área de estudio. Se analizaron los resultados obtenidos, observando que hay elementos comunes que lo conforman como son; la materia orgánica biodegradable, envases de plástico, y diferentes tipos de metales.

En conclusión los elementos que componen los residuos sólidos generados en las poblaciones estudiadas presentan el mismo patrón, principalmente los que integran la materia orgánica biodegradable, y la generación e implantación de un proyecto puede ser similar para los municipios, aunque con variaciones para su adaptación a las condiciones propias de cada localidad.

Palabras clave: Generación de residuos sólidos municipales, biodegradables, no biodegradables, tipo de residuo sólido generado por habitante.

Abstract

Disposal sites of municipal solid waste (garbage) not only pollute the environment, they are also food and reproduction sources for hundreds of rodents and other animal pests, which are carriers of vectors of certain harmful diseases for health people such as gastrointestinal and respiratory ailments.

The main purpose of this paper is to compare and to show that the problems and the elements of municipal solid waste (garbage) is common in the different municipalities located in the State of Yucatan, as a reference three similar cities of counties with similar number of inhabitants were studied, those towns are: of Izamal, Tixkokob and Motul.

A review of work addressing the problems of the generation of municipal solid waste in each of the municipalities in the area of study was taken into account. The results were analyzed, observing that there are common elements that make up what they are; the biodegradable organic matter, plastic containers, and different types of metals.

In conclusion the elements of the solid waste generated in the populations studied have the same pattern, mainly comprising the biodegradable organic matter, and the creation and implementation of a project may be similar to municipalities, although with variations to adapt to the conditions of each locality.

Keywords: Municipal solid waste, biodegradable, non-biodegradable, type of solid waste generated per capita.



Introducción

Los residuos sólidos urbanos generados es un problema de todos los días y puede ser un peligro potencial para las personas sino se le da el manejo adecuado, dado que existe tecnología y se conocen procesos de lo que se debe hacer con los desperdicios ya que son fuentes de malos olores, focos de infección que pueden ser nocivos para la salud de las personas a través de la transmisión de enfermedades ocasionadas por la mala disposición de los residuos sólidos urbanos, además constituye un problema de recolección que cuesta mucho dinero, por lo que es importante que las autoridades y las empresas contraigan el compromiso social de crear conciencia del grave, creciente, peligroso, complicado y serio impacto que puede representar el problema de la basura¹.

Los residuos sólidos urbanos no sólo deben terminar en el sitio de disposición, estos deben clasificarse y ser seleccionada en función de sus materiales de origen; el beneficio será para el medio ambiente, por lo que se debe de fomentar una cultura ambiental a las personas que lo generan, al grado de inculcar costumbres de reciclaje de sus desechos, la cual se vuelve una técnica importante en la recuperación de materiales.

México enfrenta serios retos en el manejo de sus desechos sólidos, a causa del elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país, y los hábitos de consumo de la población, que se han orientados a productos desechables, y la tendencia de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos. Lo anterior ha modificado de manera significativa la cantidad y composición de los residuos sólidos municipales².

El problema de la basura

Con respecto al fenómeno del crecimiento urbano y su relación con la generación de basura, se sostiene que el problema de los residuos sólidos urbanos es que cada año aumenta la generación conforme aumenta las necesidades de las personas, sus actividades sociales y económicas, incrementando también la contaminación del agua, el aire y el suelo, como resultado del manejo de los desechos sólidos urbanos, y con consecuencias negativas hacia el ambiente y a la salud humana³.

Según López Barrios⁴, en 1940, México tenía 20 millones de habitantes y estaba creciendo a una tasa de alrededor del 2% anual. Hacia los años setenta la población alcanzó los 50 millones de habitantes y ésta crecía alrededor del 3.3% cada año. El crecimiento vertiginoso fue disminuyendo de 3.2% cada año antes de la década de los 70 hasta 1.8 % en el período de 1990-2000. Como consecuencia del crecimiento demográfico también se registró un incremento en los volúmenes de residuos generados diariamente. En 1950 se estimaba una generación de casi 30,000 ton/día, en el año 2000 se generaron 88,100 ton/día y en el 2010 se generaron 109,589 ton/día, de los cuales el 12 % de los residuos sólidos corresponden al Distrito Federal.

Según Deffis⁵, la modificación de los patrones de consumo de la población depende esencialmente de varios factores como son; el nivel de vida de la población, la estación del año, las costumbres de los habitantes, la zona donde se habita y día de la semana; y el crecimiento de la calidad de vida y los hábitos de consumo de la población tiene una relación directa con la cantidad de residuos que se generan.

La estación del año tiene un rol importante en la generación de los residuos sólidos urbanos ya que se presenta un incremento mayor en períodos vacacionales, e incluso en esas épocas se puede observar una fluctuación de la variedad y cantidad de los diferentes elementos que componen los residuos sólidos municipales. En verano se hace más notorio el volumen generado de frutas y verduras, mientras que en invierno el consumo de botellas, latas y papel disminuye⁵.

Por otro lado en las primeras décadas de este siglo se observó que las costumbres de vida de la población cobro gran importancia en la generación de residuos sólidos urbanos, la forma de vida del hombre moderno en centros urbanos, viviendo en edificios, en departamentos compactos, así como el empleo cada vez mayor de la mujer en el sector productivo ha ocasionado que los patrones de consumo varíen, al adquirir productos



con empaques no retornables, bienes desechables y con tiempo de vida más corto, y por consiguiente ha aumentado la cantidad de este tipo de desecho.

Clasificación de los residuos sólidos urbanos

En México existen al igual que en otros países existen diferentes clasificaciones de los elementos que integran los residuos sólidos urbanos; según Buenrostro⁶, los clasifica por sus propiedades en:

- Estado Físico, y a su vez en material, energía y radiactivo
- Características químicas, y pueden ser orgánicos e inorgánicos
- Grado de degradación en el ambiente y pueden ser biodegradables y no biodegradables
- Características físicas y pueden ser combustibles e inertes
- Por su origen, y a su vez en municipales, industriales y agropecuarios

Con el propósito de facilitar el estudio para el caso de este trabajo, los elementos que componen los residuos sólidos urbanos se clasificaron en cuanto al grado de degradación en el ambiente como biodegradable y no biodegradable⁶.

Los desechos biodegradables, se descomponen en forma natural en un tiempo relativamente corto, como son la materia orgánica procedente de la limpieza o la preparación de los alimentos, así como la comida que sobra, también es conocida como basura biodegradable⁷.

Los desechos no biodegradables no se descomponen fácilmente sino que tardan mucho tiempo en hacerlo; por ejemplo el vidrio tarda unos 4000 años, el plástico tarda de 100 a 1000 años, una lata de refresco tarda 10 años y una goma de mascar unos 5 años⁷.

Planteamiento del problema

Los municipios de Izamal, Tixkokob y Motul no cuentan con un sistema eficiente de recolección de basura, por lo que es necesario el establecimiento de programas en el cual se ofrezca a toda la población un servicio eficaz de recolección de residuos sólidos urbanos, con rutas y horarios establecidos, así como contar con unidades apropiadas para realizar este tipo de actividad, y garantizar una colecta a todas las casas habitación ya que los residuos sólidos urbanos son recolectados y transportados en camiones de usos múltiples, los cuales no cuentan con las condiciones necesarias para transportar ese tipo de material; la colecta se realiza sin planeación adecuada, ya que no se tienen horario ni periodicidad establecida, lo que origina molestias entre los habitantes de los municipios, además durante su transporte hacia los sitios de disposición se percibe malos olores a causa de la descomposición de la materia orgánica, originado al permanecer tiempos prolongados dentro las bolsas en espera del servicio de colecta de basura.

Los sitios en donde se depositan los residuos sólidos urbanos son predios que se encuentran fuera de los poblados, y cuando se acumulan en grandes cantidades, se recurre a una práctica generalmente realizada en todas las poblaciones del Estado, que es la quema de la basura para reducirla a cenizas. Esta actividad genera una presión sobre el medio ambiente a través de la generación y emisión de gases a la atmósfera como el CO² y otros compuestos orgánicos que se liberan por la combustión de los residuos sólidos municipales, impactando directamente sobre el entorno.

Objetivo

Evaluar los elementos y la problemática que integran los residuos sólidos urbanos de los poblados de Izamal, Tixkokob y Motul, con la finalidad de generar antecedentes relacionados con este tema en el área de estudio.



Metodología

Para la realización de este trabajo se seleccionaron los municipios de Izamal, Tixkokob y Motul (ver figura 1), los cuales se encuentran cerca de la zona centro-norte del Estado de Yucatán, presentan características similares como son, su geografía, tipo de suelo, las precipitaciones pluviales ocurren en los mismos meses, no tienen corrientes superficiales y el agua de las lluvias se infiltra directamente al subsuelo hasta los mantos acuífero arrastrando todo tipo de contaminante.

Para llegar al objetivo planteado, se revisaron los trabajos sobre generación de residuos sólidos urbanos realizados en fechas anteriores en los municipios del área de estudio. El trabajo realizado para la recopilación de la información se realizó en los sitios de disposición final del área seleccionada, y consistió principalmente en la recolección y clasificación de los distintos componentes de la basura, los cuales fueron depositados en distintos contenedores para facilitar su manipulación y estudio. Se efectuó un análisis de los resultados, comparando la información obtenida en cada poblado; se clasificaron los componentes tomando como base sus propiedades de degradación (no biodegradables y biodegradación) de acuerdo a Buenrostro⁶ en el medio ambiente; para facilitar el análisis comparativo de la información se realizaron tablas y se obtuvieron los resultados finales.

También se realizó un análisis de la situación que se tienen de cada uno de los municipios estudiados, así como una breve descripción geográfica en donde se localizan, ya que existen condiciones que de alguna u otra manera influyen en la dispersión de los contaminantes en el medio ambiente, con base a esos resultados se llegaron a las conclusiones finales.

Características geográficas del municipio de Izamal

El municipio de Izamal (fig. 1) cuenta con un total de 25,980 habitantes según INEGI⁸, se localiza en la región centro norte del Estado de Yucatán, tiene una altitud promedio de 13 metros sobre el Nivel medio del mar, al Norte colinda con los municipios de Tekal de Venegas, Tepakán y Tekantó, al Sur con Xocchel, Kantunil y Sudzal, al Este con Tunkás y al Oeste con Hochtún, ocupa una superficie de 275.92 Km². La región está clasificada como cálida sub-húmeda con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 27°C, con rango de precipitación anual de 1000 - 1,200 mm, los vientos predominantes son del sureste con una humedad relativa promedio anual en marzo de 66% y diciembre de 89%.

Toda el área superficial del municipio es prácticamente plano, está constituido por una llanura de barrera tipo rocoso, no existen corrientes superficiales de agua; sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos conocidos como cenote y que en ocasiones son utilizados para fines recreativos por la población.

Residuos sólidos urbanos que se producen en el municipio

En el municipio de Izamal según Ruiz Castillo⁷ se estima que cada persona produce una media de 1 kg de basura por día, teniendo en cuenta que la población municipal es de aproximadamente de 25,980 habitantes, se estima aproximadamente en 25.98 toneladas de basura diaria. Según Ruiz Castillo⁷ entre los componentes de la basura se mencionan:

- a Residuos sólidos inorgánicos; cartón, envases de leche, pilas, metal y latas, bolsas de tela plástica, botellas de PET y vidrio, envases de plástico, ropa vieja y trapo sintético.
- b Residuos sólidos orgánicos; restos de comida, cáscaras de frutas o verduras, huesos, animales muertos.

Con base en lo anterior y para fines de este trabajo para facilitar el análisis de los resultados, se clasificaron los componentes de los residuos sólidos urbanos según Buenrostro⁶ como biodegradables y no biodegradables, y en la cual se observa a continuación:



- c Biodegradables; restos de comida, cáscara de fruta o verduras, animales muertos, cartón, envases de leche, ropa vieja.
- d No Biodegradables; pilas, bolsa de tela plástica, botellas PET y vidrio, envases de plástico, trapo sintético y huesos.

En el basurero existen personas que se dedican a la pepena, quienes se encargan de separar, seleccionar y comercializar algunos componentes de los residuos sólidos urbanos y lo que no tiene utilidad, se incinera.

Características geográficas del municipio de Tixkokob

El municipio de Tixkokob cuenta con un total de 17,176 habitantes según INEGI⁸, se localiza en la región centro-norte del Estado, tiene una altitud promedio de 9 metros sobre el nivel medio del mar, tiene un rango de precipitación anual de 1000 -1100 mm, ocupa una superficie de 159.67 Km². Limita al Norte con Conkal-Yaxkukul, Muxupip, al Sur con Seye, al Este con Cacalchen al Oeste con Tixpehual (fig. 1).

Residuos sólidos urbanos que se producen en el municipio

El municipio de Tixkokob no cuenta con un programa establecido de reciclado y reutilización de los residuos sólidos urbanos, los cuales son trasladados al basurero municipal; en él se pueden encontrar bolsas y botellas de plástico, llantas viejas, animales muertos, huesos, cartón, envases de cristal, vidrio, trozos de madera, pinos artificiales, latas, nieve seca (poliestireno), residuos de tela, pilas, cáscaras de frutas, hojas secas, pañales desechables, entre otros residuos, lo que incrementa la contaminación para el medio ambiente y potencialmente puede ocasionar consigo múltiples enfermedades⁹.

Según Carrillo Jiménez⁹ entre los residuos sólidos urbanos encontrados los que más predominan son los plásticos y los desechos orgánicos; de acuerdo a la información proporcionada por el ayuntamiento de Tixkokob no se lleva un control sobre la cantidad de basura que se genera al día, y el plan de trabajo que llevan solo incluye la recolecta en sitios ya establecidos como son el palacio municipal, parque principal, mercado, cementerio y escuelas, y la basura generada en las casas habitación son recolectada por la empresa REBAZA que al igual que toda la basura es transportada y llevada al basurero municipal.

En el basurero se realiza un proceso parcial de selección de los materiales que pueden ser reciclados como son; PET y aluminio entre otros, pero el proceso es lento, los residuos que se generan en el municipio de Tixkokob se mencionan a continuación⁹:

- a Basura inorgánica; entre las que se encuentran cartón, metales como y latas de aluminio, bolsas de tela plástica, vidrio, envases de cristal y pilas.
- b Basura orgánica entre las cuales se encuentran restos de comida, huesos, trozos de madera; pinos artificiales, cáscaras de frutas, nieve seca (poliestireno), llantas viejas, hojas secas, pañales desechables, animales muertos, retazos de tela y botellas PET.

Con base en lo anterior y para fines de este trabajo para facilitar el análisis de los resultados, se clasificaron los componentes de los residuos sólidos urbanos según Buenrostro⁶ como biodegradables y no biodegradables, y en la cual se observa a continuación:

- a Biodegradables; cartón, trozos de madera, restos de comida, pinos artificiales, cáscaras de frutas, hojas secas, animales muertos y retazos de tela.
- b No biodegradables; bolsas de tela plástica, metal y latas de aluminio, vidrio, envases de cristal, pilas, hueso, nieve seca, llantas viejas, botellas PET y pañales desechables.

En el sitio de disposición final se encuentran personas que se dedican a la pepena, quienes separan algunos elementos que componentes de los residuos sólidos urbanos para su comercialización, entre los cuales se mencionan papel, metales, PET, pero una gran proporción que no tienen utilidad es incinerada, generando gases a causa de la combustión, y contribuyendo a aumentar más los contaminantes en el medio ambiente.



Características geográficas del municipio de Motul

El municipio de Motul con una población aproximada de 33,978 habitantes según INEGI⁸ se encuentra en la parte centro-norte del Estado de Yucatán (fig. 1) tiene una altitud promedio de 9 metros sobre el nivel medio del mar, tiene un rango de precipitación anual de 600 – 1200 mm, ocupa una superficie de 297.63 Km². Limita al Norte con Telchac Pueblo, Dzemul, al Sur con Cacalchen, al Este con Bokobá y Suma de Hidalgo y al Oeste con Baca y Muxupip.

Residuos sólidos urbanos que se producen en el municipio

No cuenta con un programa establecido de recolecta, los residuos sólidos urbanos que genera la población, son colectados por un recogedor de basura, pero no van seleccionados y en el peor de los casos, los habitantes los queman en su propio patio. Además el municipio tiene instalado en los parques y mercados, contenedores para la basura diversa que desechan los transeúntes.

Los residuos sólidos urbanos son transportados y descargados en un espacio utilizado anteriormente como banco de materiales, la separación de los componentes de los residuos sólidos urbanos se realiza ahí de manera parcial, y solo son separados aquellos que tienen un valor comercial como son los metales, papel, cartón, envases PET, entre otros, cuando se acumulan demasiados residuos, se procede a la incineración simple para su reducción y disposición final a un tiradero a cielo abierto. Este tipo de disposición final solo permite el aprovechamiento de algunos subproductos a través de la separación por parte de los pepenadores¹⁰.

Según Pinzón Montes¹⁰, los diferentes tipos de residuos sólidos identificados en el sitio de disposición final se clasificaron de la siguiente manera:

- a Residuos sólidos orgánicos; restos de comida, cáscaras de frutas, vísceras de animales, restos de jardinería, aserrín y residuos de talleres de carpintería y animales muertos.
- b Residuos sólidos inorgánico; latas de metal y de aluminio, envases de plástico, vidrio, papel y cartón, llantas de automóvil y retacería de telas.
- c Sanitarios; papel, pañales desechables.
- d Especiales; pilas, baterías, acumuladores, y restos de equipos electrónicos.

Con base en lo anterior y para fines de este trabajo para facilitar el análisis de los resultados, se clasificaron los componentes de los residuos sólidos urbanos según Buenrostro⁶ como biodegradables y no biodegradables, y en la cual se observa a continuación:

- a Biodegradables; restos de comida, cáscara de frutas, vísceras de animales, restos de jardinería, aserrín y residuos de talleres de carpintería, animales muertos, papel y cartón, retacería de telas y papel.
- b No biodegradables; latas de metal, envases de plástico, vidrio, llantas de automóvil, pañales desechables, pilas, baterías, acumuladores, y restos de equipos electrónicos.

Resultados

Como puede observarse en la tabla 1, los elementos biodegradables que integran los residuos sólidos urbanos generados en los municipios de estudio se observan subproductos comunes que se generan en los 3 municipios como son restos de comida, cáscara de fruta, cartón, tela y animales muertos, los cuales por sus características pueden ser factibles de ser degradados. Otros componentes de los residuos sólidos urbanos encontrados se pueden mencionar verduras, trozos de madera, residuos de jardinería, hojas secas, aserrín y residuos de talleres de carpintería los cuales presentan características similares en cuanto a sus propiedades de degradación.



Como puede observarse en la tabla 2, los elementos no biodegradables que integran los residuos sólidos generados en los municipios de estudio se observa componentes comunes como son pilas, bolsas de nylon, envases de plástico, sin embargo en el poblado de Tixkokob se encontró una mayor variedad de componentes de la basura, entre los cuales se puede mencionar vidrio, huesos, llantas viejas, pañales desechables, nieve seca entre otros y en el municipio de Motul se encontraron llantas viejas, pañales desechables, acumuladores, latas de metal, equipos electrónicos entre otros.

Conclusiones

Con base en los resultados anteriores se concluye que los elementos que componen los residuos sólidos son similares, principalmente los que integran la materia orgánica biodegradable como son restos de comida, cáscara de fruta, cartón, tela y animales muertos, aunque hay componentes de la basura que se encontraron en un municipio y en otros no, pero tienen características similares como son los diferentes residuos de madera. En cuanto a los residuos sólidos urbanos no biodegradable se encontraron diferencias en los elementos que lo componen como son los acumuladores, llantas viejas, huesos, sin embargo, se observaron diversos componentes de plástico, como son envases, recipientes y otros contenedores de este tipo de material, aunque también se encontró en el basurero del municipio de Tixkokob llantas viejas y residuos de vidrio.

Además, en los basureros de los municipios estudiados se encontraron componentes de los residuos sólidos urbanos que pueden ser reciclados como son los plásticos, acumuladores y vidrio, por lo que se deben encaminarse esfuerzos por analizar alternativas viables para la valorización y reciclaje de estos residuos. Por lo tanto, la generación e implantación de un proyecto puede ser similar para los municipios, aunque con ligeras variaciones para su adaptación a las condiciones propias de cada localidad.

Es necesario realizar estudios y trabajos relacionados con la generación y caracterización de los residuos sólidos urbanos durante un periodo de tiempo establecido con la finalidad de conocer su comportamiento en las diferentes épocas del año y contar con información precisa para la gestión integral de la basura.

Recomendaciones

Es importante buscar alternativas de reutilización, reciclaje y procesamiento de ciertos componentes de los desechos sólidos, porque puede ser fuente de empleo para los habitantes de las poblaciones.

Se debe tener en cuenta que:

- Las grandes cantidades de residuos sólidos urbanos en las casas, escuelas, terrenos baldíos, las calles y los tiraderos dan como resultado sitios insalubres, generando malos olores debido a la descomposición de la materia orgánica.
- Los residuos sólidos urbanos al aire libre es el ambiente adecuado para que ratas, moscas y mosquitos, hongos y bacterias se desarrollen en grandes cantidades, lo que puede propiciar infecciones a la población.
- En los basureros municipales, durante las épocas de lluvias se generan arrastre de contaminantes por dilución (lixiviado), los cuales son transportados a través del subsuelo hasta el manto acuífero y de ahí llevar la contaminación a otros lugares por efecto de las corrientes subterráneas.

En los municipios estudiados, se observó que cuando se encuentra un depósito de residuos sólidos urbanos, en él se halla todo tipo de desechos, sin ninguna clasificación, pero el verdadero problema está en que se desconoce cuáles son los componentes que pueden volverse a reciclar, reutilizar y la disposición final de los que no tienen utilidad, así como el problema potencial que puede ocasionar tanto al medio ambiente como a los habitantes de las poblaciones.



Anexo de figuras y tablas

Fig. 1. Localización de los municipios estudiados en el Estado de Yucatán (fuente www.google.com).

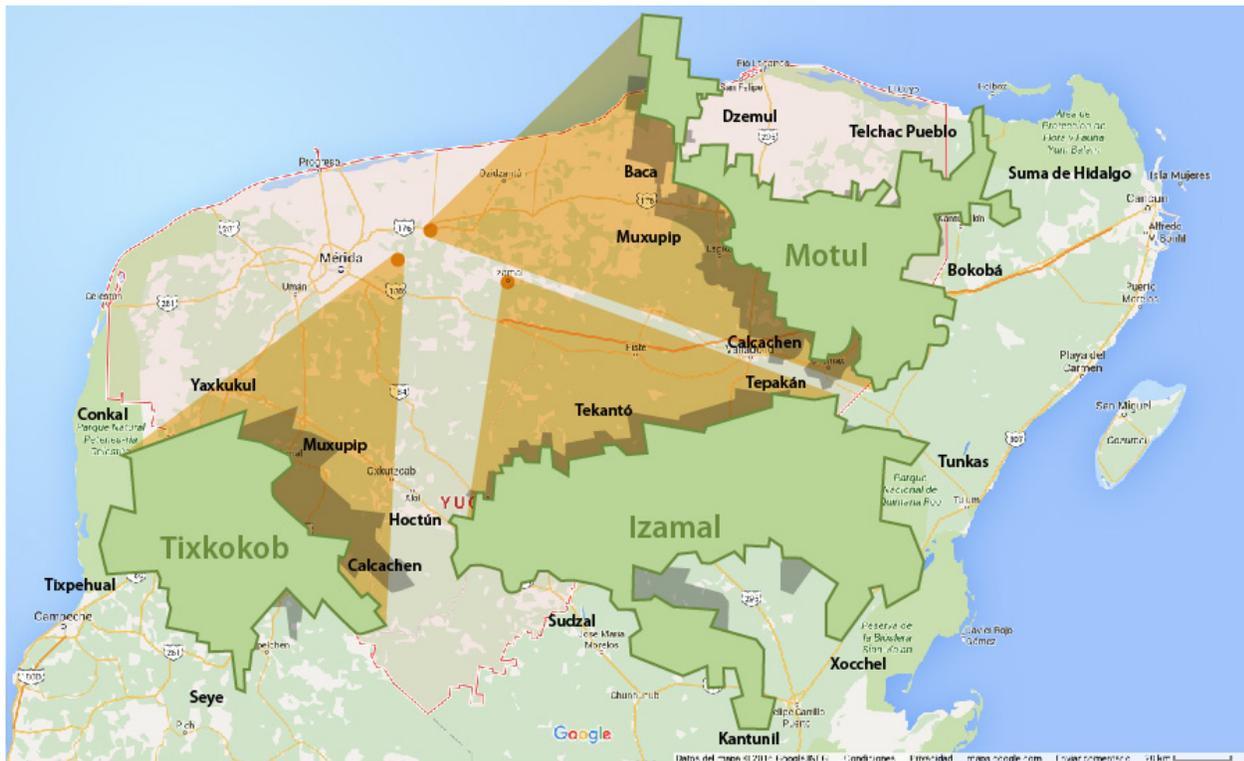


Tabla 1. Residuos biodegradables

Izamal	Tixkokob	Motul
<ul style="list-style-type: none"> • Restos de comida • Cáscara de fruta • Cartón • Animales muertos • Verduras • Envases tertrapack de leche • Telas 	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de comida • Cáscara de frutas • Cartón • Animales muertos • Hojas secas • Trozos de madera • Telas 	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de comida • Cáscara de frutas • Papel y cartón • Animales muertos • Aserrín y residuos de talleres de carpintería • Restos de jardinería • Vísceras de animales • Telas

Tabla 2. Residuos sólidos no biodegradables.

Izamal	Tixkokob	Motul
<ul style="list-style-type: none"> • Pilas • Bolsa de tela plástica • Botellas PET y de vidrio • Envases de plástico • Huesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilas • Metal y latas • Envases de cristal • Bolsas de tela plástica • Hueso • Vidrio • Nieve seca (poliestireno) • Llantas viejas • Botellas PET • Pañales desechable • Pinos artificiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilas • Envases de plástico • Vidrio • Llantas de automóvil • Pañales desechables • Latas de metal • Acumuladores • Restos de equipos electrónicos

Referencias

- ROSENBERG, A. Ranking: *Las Ciudades Más Contaminadas del Mundo*, [en línea]. Agosto 12 de 2010 [ref. 14 de Abril de 2013]. Disponible: http://www.plataformaurbana.cl/archive_/2010/08/12/ranking-las-ciudades-mas-contaminadas-del-mundo-version-2010/
- BARRADAS REBOLLEDO, Alejandro. *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. Estado del arte. Instituto Tecnológico de Minatitlán, Minatitlán, Veracruz, México. 2009.
- GUTIÉRREZ NÁJERA, Raquel. *Introducción al Estudio del Derecho Ambiental*. Séptima Edición. México: Porrúa, 2007. ISBN 978-607-09-0646-6.
- LÓPEZ BARRIOS, Rafael. *Bioconversión de residuos sólidos para la obtención de energía (metano y electricidad) utilizando digestores anaerobios y celdas de combustible microbiana*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional. México D.F. 2010
- DEFFIS CASO, Armando. *La basura es la solución*, México: Árbol Editorial, S.A. 1994. ISBN 9789684611689.
- BUENROSTRO DELGADO, Otoniel. *Los residuos sólidos municipales. Perspectivas desde la investigación multidisciplinaria*. México: Editorial Universitaria, 2001. ISBN-968-7598-31-X.
- RUIZ CASTILLO, Luis Manuel. *Diagnóstico del sistema de recolección, acopio y tratamiento de la basura del municipio de Izamal*. Cursos especiales de titulación, Instituto Tecnológico Superior de Motul. Motul, Yucatán, México, 2008.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censo de población y de vivienda 2010.
- CARRILLO JIMÉNEZ, María Guadalupe. *El composteo como sistema de tratamiento y adecuación de los residuos orgánicos*. Cursos especiales de titulación, Instituto Tecnológico Superior de Motul. Motul, Yucatán, México, 2008.
- PINZÓN MONTES, Carlos. Andrés. *Propuesta para el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el municipio de Motul*. Cursos especiales de titulación, Instituto Tecnológico Superior de Motul. Motul, Yucatán, México, 2010.

Bibliografía

- CAPISTRAN, Fabricio. ARANDA, Eduardo y ROMERO, Juan Carlos. *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje*. 2da. ed. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología, A.C., 1994. ISBN 9707090413.
- CASTRO GÓMEZ, Melba Elizabeth y VINUEZA ARMAS, Manuel Jesús. *Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el Camal Municipal Riobamba*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2011.
- FUENTES BARRIONUEVO, Mesías Israel y SILVA CANSECO, Julio Cesar. *Diseño de un sistema de residuos sólidos inorgánicos (plástico y vidrio) para el gobierno municipal del Cantón Palora, Provincia de Norona Santiago*. Tesis de grado, Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2009.
- GUERRERO PEDRAZA, Sergio. *Manejo y gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Ensenada*, Tesis de grado, El colegio de la frontera norte, Tijuana, Baja California, México, 2004.
- MANAHAN, Stanley. *Introducción a la química ambiental*. México: Editorial Reverte, 2007. ISBN 968-6708-60-X.
- MULDER K. *Desarrollo sostenible para Ingenieros*. España, Catalunya: Edicions UPC, 2007. ISBN 9788483018927.
- LUDEVID ANGLADA, Manuel. *El cambio global en el medio ambiente, introducción a las causas humanas*. Cuarta reimpresión. México, D.F.: Alfaomega, 1997. ISBN-9701502507.
- RIVERA SÁNCHEZ, Griselda. *Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de ciudad Ixtepec, Oaxaca*. Tesis profesional, Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca, 2005.
- SÁNCHEZ ESTUDILLO, Pablo Manuel. *Plan integral para el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos en ciudad Ixtepec, Oaxaca*. Tesis profesional, Universidad del ITSMO. Ciudad Ixtepec, Oaxaca, 2010.

 Fecha de recepción
12/03/2015

 Fecha de aceptación
08/04/2015

 Fecha de publicación
29/01/2016



Fresa transgénica: importancia, beneficios y avances científicos en México

(Por: Carlos Martín Rodríguez Ledesma, Griselda González Gutiérrez y María Guadalupe Gómez Espinoza)

Resumen

En el presente artículo se explora la importancia de la fresa en México, así como los estados productores, actualmente se cultivan principalmente diez variedades de fresa provenientes de la universidad de California y la universidad de Florida. Por lo anterior se analizan los avances científicos en México acerca la de fresa transgénica, cuatro instituciones son las pioneras en esta investigación INIFAP, CINVESTAV, COLPOS y la UMICH, en las cuales se han generado protocolos, seleccionado genotipos y registrado variedades adaptables a la región fresera del bajo. Con estos desarrollos se prevé elevar el nivel de las exportaciones de fresa mexicana.

Palabras clave: Fresa, transgénicos, México.

Abstract

This article explores the importance of strawberry in Mexico and all entities which produce the fruit. Currently there are mainly ten varieties cultivated and they are coming from the Universities of California and Florida. Due to this, the scientific breakthroughs regarding transgenic strawberry in Mexico are analyzed. Four institutions are pioneering this research, INIFAP, CINVESTAV, COLPOS and UMICH. Protocols have been generated, genotypes have been selected and adapting varieties from the strawberry region of El Bajío have been registered. Such developments will certainly increase the strawberry exportation rates.

Keywords: Strawberry, transgenic, Mexico.

Introducción

Los transgénicos hoy en día han ocupado un papel importante dentro del mercado alimenticio, despuntan las propiedades sensoriales, la resistencia a plagas y hasta adaptación al medio ambiente. La fresa se encuentra dentro de esta gama de alimentos, en la cual encontramos mejoras que van desde tamaño, firmeza y color, entre otras. Debido a la importancia económica que ha logrado la fresa en el mercado, actualmente investigadores mexicanos se preocupan para que México se posicione a nivel internacional, por ello instituciones de alto renombre como CINVESTAV e INAFAP canalizan su investigación hacia la obtención de variedades de fresa mexicana.

Alimentos transgénicos

Los alimentos transgénicos son aquellos productos modificados mediante procesos de ingeniería genética, a estos se les insertan genes exógenos de una especie a otra. Entre los beneficios de los alimentos transgénicos podemos mencionar mayor y mejor cantidad de nutrientes, mejor adaptación de las plantas a condiciones de vida desfavorables y el aumento en el rendimiento. A su vez se muestra la capacidad de las plantas para utilizarse como bioreactores con el fin de producir vacunas y vitaminas. Sin embargo organizaciones no gubernamentales se oponen a la comercialización de los transgénicos argumentando daños a la salud y al medio ambiente. Se considera ocasionan un incremento de sustancias tóxicas en el ambiente, pérdida de la biodiversidad, contaminación del suelo, resistencia de los insectos y hierbas indeseadas, posibles intoxicaciones debido a alergias o intolerancia a los alimentos procesados, así como daños irreversibles e imprevisibles a plantas y animales tratados genéticamente¹.

Legislación de los alimentos transgénicos

Actualmente se están tratando de implementar reglas para el uso de los transgénicos y de los organismos genéticamente modificados (OGMs), en Estados Unidos de Norte América la Administración de Drogas y Alimentos (FDA), ha comenzado a exigir transparencia al consumidor, obligando a las compañías fabricantes a notificar sobre la naturaleza de sus productos. En México la regulación de estos productos la lleva a cabo la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), este se encarga de establecer las políticas relativas a la seguridad de la biotecnología respecto al uso seguro de los organismos genéticamente modificados (OGMs). Dentro de los productos transgénicos cultivados en México encontramos maíz, tomate, algodón, trigo, soja y fresa. Esta última ha sufrido modificaciones genéticas de las que destacan el mejoramiento para proporcionar resistencia a insectos, herbicidas, fitopatógenos (hongos, bacterias y virus), así como a condiciones de estrés y el mejoramiento en la calidad del fruto².

Importancia de la fresa en México

México registró en 2010 una superficie cultivada de fresa de 6,282 hectáreas obteniéndose una producción de 226 mil 657 toneladas métricas, con un valor de producción superior a los 2,102 millones de pesos, por lo que alcanzó un rendimiento promedio de 33.86 toneladas por hectárea. El principal productor es Michoacán con una superficie cultivada de 3,252 Ha., seguido por el estado de Baja California con una superficie de 1,464.70 Ha., en tercer lugar el estado de Guanajuato con una superficie de 1,025.01 Ha., y por último el estado de México con una superficie de 252 Ha, actualmente Jalisco entra al mercado con una superficie de 118.50 Ha. La fresa es un cultivo que requiere de una enorme cantidad de mano de obra para sus procesos de producción, acondicionamiento e industrialización, la agroindustria de fresa en México genera 13,186 empleos directos y 1,810 empleos indirectos en campo; así como 3,955 empleos directos y 540 indirectos en el proceso industrial de esta frutilla, con lo que se estima un total de 15,000 empleos directos y 4,500 empleos indirectos a lo largo de la Cadena. Al requerir de una gran cantidad de mano de obra, socialmente la fresa tiene los siguientes beneficios: propicia el arraigo de la población rural, reduciendo el fenómeno migratorio de la fuerza laboral, contribuye a evitar la ruptura del tejido social, a través de la unión familiar, reduce las condiciones propicias para la delincuencia y contribuye a lograr una mejor calidad de vida, poniendo al alcance de los productores, trabajadores y empleados en todos los niveles, los servicios de salud, mejor infraestructura, mejor vida, etc³. En México se cultivan diferentes variedades, cada una de ellas con características específicas y rendimientos diferentes, lo podemos observar en el siguiente apartado.

Principales especies de fresa cultivadas en México

La planta madre de fresa se importa de Estados Unidos de Norteamérica y al llegar a México se establece en viveros para su reproducción y posterior trasplante en las áreas comerciales donde se desarrollará hasta lograr la producción final. Entre las variedades más cultivadas en México se encuentran la “Festival”, la “Sweet Charlie” y la “Galexia” procedentes de la universidad de Florida, las variedades “Camino Real”, “Albión”, “Camarosa”, “Aromas”, “Ventana” y “Diamante” desarrolladas por la universidad de California⁴.

Avances científicos en México acerca de fresa transgénicas

En México se han identificados cuatro instituciones dedicadas a la investigación y mejoramiento de la fresa, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) unidad Irapuato, el Colegio de Postgraduados (COLPOS) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMICH), continuación se describen los avances de cada institución.



INIFAP-CINVESTAV

Mediante el programa de mejoramiento genético del INIFAP-CINVESTAV vigente desde los últimos 14 años, se ha mantenido una actividad continua con el objetivo de formar variedades de fresa de día neutro (plantas en las que la floración es independiente del fotoperiodo) y de día corto con bajos requerimientos de frío. La necesidad de generar plantas libres de *Fusarium oxysporum* y la tolerancia al complejo viral de la fresa (CVF), demandó la implementación del cultivo de meristemos y el análisis molecular de virus mediante la técnica de RT-PCR, para detectar las plantas sanas. De esta forma el CINVESTAV, tiene disponible el protocolo para generar la planta madre del stock nuclear libre de virus y proporcionar material vegetativo para iniciar los ciclos de multiplicación clonal hasta obtener una planta de fresa de calidad certificada. Estas variedades están enfocadas al mercado fresco e industrial, adaptadas al cultivo anual y al ambiente de Irapuato Gto. Estas variedades muestran características de alta precocidad, productividad, calidad de fruta y tolerancia a las enfermedades. Destacan las variedades “Nikté” y “Pakal”, la primera es una variedad de día corto, con potencial de rendimiento superior a 50 toneladas por hectárea y la variedad “Pakal” es una variedad de día neutro y más precoz que la “Sweet Charlie”, “Nikté” y “Camino Real”, lo que le confiere características ideales para cultivarla en macrotunel⁵.

Colegio De Postgraduados (COLPOS)

El colegio de postgraduados (COLPOS) con el apoyo financiero de la Fundación Produce Michoacán, A. C., obtuvo dos variedades de fresa, la “CP Zamorana” (CP 02-01) y la variedad “CP Jacona” (CP 02-04) con la finalidad de deducir costos de producción y sobre todo permitir un mejor aprovechamiento del mercado de exportación por parte de los productores locales mediante la disponibilidad de variedades mexicanas mejor adaptadas y de propiedad pública nacional. Estas variedades, han demostrado una alta capacidad productiva y una excelente calidad, una capacidad de producción temprana que asegura mayor utilidad de manera periódica por lograr mejores precios en la exportación temprana (octubre-noviembre-diciembre). Con la implementación de estas variedades de fresa en el mercado nacional, finalmente, los productores mexicanos obtendrán variedades con mayor productividad y adaptación al subtrópico, resistentes a plagas y enfermedades, con buena calidad de fruto, variedades tempranas en las regiones específicas de la república mexicana, acompañadas de un paquete tecnológico. Actualmente estas se encuentran registradas en el catálogo del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) como nuevas variedades mexicanas⁶.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Uruapan, Mich.

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo con el apoyo financiero de la Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce (COFUPRO), A.C., en octubre de 2010, realizó la colecta de nueve variedades comerciales y una especie silvestre disponibles en la zona fresera de Michoacán. A partir de estas variedades actualmente se han seleccionado 40 genotipos sobresalientes, los cuales se encuentran en la fase de multiplicación para iniciar la validación en campo⁶.

Se han realizado evaluaciones y validaciones tanto de las variedades ya liberadas como de las líneas sobresalientes, así como de nuevos genotipos producto de recientes cruzamientos e hibridaciones. Se cuenta con la información del desempeño productivo de todos estos materiales en comparación con las variedades extranjeras comerciales más exitosas en México. Estas evaluaciones se han llevado a cabo tanto en sistemas de producción con alta tecnología y con tecnología media en el área productora de fresa con productores cooperantes.

En la actualidad a través de la participación de académicos y estudiantes de las diversas instituciones antes mencionadas están realizando estudios de genética, marcadores moleculares, determinación de la calidad nutracéutica, compuestos alergénicos, detección y liberación de virus, caracterización fisiológica y fenológica,



crecimiento y multiplicación in vitro mediante el uso de biorreactores en sistemas de inmersión temporal, estudios de mercado, estudios de nutrición y fitosanidad integral, entre otras. Estas investigaciones forman parte de distintos proyectos en la que estas instituciones están trabajando con respecto a la generación y validación de variedades mexicanas de fresa.

Conclusiones

La fresa en México es un cultivo relevante que va en aumento no sólo en cuanto a la producción y la aplicación de la tecnología. A nivel nacional el impacto económico es notable, ya que la cadena de producción requiere de una gran cantidad de mano de obra teniendo una derrama económica considerable de \$395'582,640.00. Esta cadena de producción representa un impacto social en el cual disminuye la migración por parte de los jornaleros debido a la creación de nuevos empleos directos e indirectos esto conlleva a mejorar la calidad de vida y fortalecer la unión familiar. Con los avances científicos desarrollados por los centros de investigación y universidades se ha logrado la generación de variedades de fresa mejoradas, las cuales muestran resistencia o tolerancia probada a problemas fitosanitarios. Esto significa una disminución en la aplicación de agroquímicos, lo que disminuye el impacto ambiental. Además la disponibilidad de las variedades mexicanas de fresa permitirá obtener una mejor competitividad en el mercado nacional y extranjero, esto permitirá un uso más eficiente de los recursos naturales. Con lo anterior se pretende alcanzar un nivel mayor en las exportaciones de fresa ya que estas han sufrido variaciones en cuanto a volumen y valor de exportación.

Referencias

1. BÁRCENA, Alicia, et al. "Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto". FAO. 2009.
2. CIBIOGEM, Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados [en línea]. Disponible en web: <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/cibiogem/funciones/funciones-de-la-cibiogem>
3. Plan Rector Nacional Sistema Producto Fresa. Michoacán: Comité Nacional del Sistema Nacional del Sistema Producto Fresa y Comité de la agroindustria y productores de la fresa A. C., 2012. p.43.
4. SAGARPA, Secretaría de Agricultura y Ganadería Desarrollo Rural de Pesca y Alimentos. Agronegocios [en línea]. Disponible en web: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/FRESA.pdf
5. DÁVALOS GONZÁLEZ, Pedro A, et al. *Tecnología para sembrar viveros de fresa*. Celaya, Gto.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias, Centro de investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío. 2011. p.158.
6. CONACYT, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [en línea]. México: Fondo sectorial de investigación en material Agrícola, pecuaria, acuacultura, agro tecnología y recursos filó7 genéticos, convocatoria 2012-6, anexo B demandas del sector: Generación y validación de variedades Mexicanas de fresa. 2012. Disponible en web: <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sagarpa-conacyt/historicas-sagarpa/2012-06-sagarpa/4060-bases-de-la-convocatoria-43/file>



Elementos que originan estrés en docentes universitarios del área económico administrativa

(Por: Guillermo González Esparza, Olaya Andrea Hernández Mata)

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad determinar, a través de la aplicación de un cuestionario a las/os docentes de una institución pública de educación superior, si existe estrés provocado por el desarrollo de su actividad docente; así como identificar, en caso afirmativo, cuáles son los factores que lo originan. La investigación se realizó en una institución pública de educación superior. El universo a investigar fue la población de docentes del Área Económico Administrativa.

Fue una investigación descriptiva, no experimental, altamente estructurada, ya que especifica las propiedades, características y rasgos relevantes de los docentes del área económico administrativo de una institución pública de educación superior.

El resultado de la investigación determinó que algunas/os docentes sufren de estrés y *burnout*, presentándose el agotamiento emocional y la despersonalización, aunque existe un alto compromiso con el cumplimiento de sus labores.

Palabras clave: Estrés, *burnout*, Agotamiento Emocional, Despersonalización.

Abstract

This study aims to determine through the application of a questionnaire to the teachers in a public institution of higher education, if they feel stress because of their teaching development and identify what are the factors that cause it.

The research shows a population of teachers of Administrative Economic Area. The research is descriptive, not experimental, highly structured, and specifying the properties, characteristics and relevant features, teachers of administrative economic area of a Public Higher Education Institution.

The result of the investigation determined that some teachers suffer stress and *burnout*, presenting emotional exhaustion and depersonalization, but there is a high commitment to carry out their activities.

Keywords: Stress, *burnout*, emotional exhaustion, depersonalization.

Introducción

El término estrés se ha incorporado al lenguaje cotidiano, el decir “Me siento estresado”, es una expresión utilizada por una gran parte de la población; la psicología ha utilizado este concepto desde 1930, con las investigaciones realizadas por H. Selye⁷.

La docencia es una de las profesiones más susceptibles a desarrollar estrés, una de las causas principales es que están en mayor contacto con las personas que son receptoras de su trabajo profesional.

Dentro de los factores estresantes nos encontramos: con la necesidad de actualización permanente, la paradójica situación de cumplir la tarea frente a la resistencia o rechazo de aquel al que va dirigida y la desintegración del grupo familiar. Otro factor estresante es la tendencia actual de promover una igualdad absurda

entre docentes y alumnado, en la que ninguno tiene más autoridad que otro, ya que cualquiera puede exponer sus ideas sobre cualquier tema aunque carezcan de todo sentido. Todo esto lleva a una pérdida de la autoridad del/a docente que lo coloca en situaciones estresantes³.

Planteamiento del problema

La docencia obliga a la realización, a veces simultánea, de un sinnúmero de actividades que van desde la planeación de actividades docentes, elaboración de materiales didácticos; y al mismo tiempo, mantener relaciones constantes con padres de familia, autoridades, compañeras/os y alumnado, lo que implica un esfuerzo y un significativo desgaste intelectual para el/la docente.

Ante la problemática descrita anteriormente surge la interrogante:

¿Las actividades que el/la docente realiza en la institución de educación superior le provocan estrés?

En caso afirmativo, ¿cuáles son los factores que se lo están originando? ¿Cómo afecta el estrés al desempeño de un/a docente en una institución de educación superior?

Objetivo general

El presente estudio tiene como finalidad determinar, a través de la aplicación de un cuestionario al personal docente, si el desempeño de su profesión provoca estrés.

Delimitación de la investigación

La investigación se realizó al personal docente del área económica administrativa en una institución pública de educación superior.

Muestra

El universo a investigar fue una población de 41 docentes, de los cuales el 30% tienen contrato por tiempo indeterminado y el 70%, un contrato eventual por asignatura impartida en la institución pública de educación superior del Área Económico Administrativa.

Marco teórico

El estrés

Existen diversos autores que definen el término estrés: si se consideran las capacidades de las personas “El estrés es una exigencia a las capacidades de adaptación de la mente y el cuerpo”⁶, y si se le atiende como consecuencia de un acto, “El estrés es una respuesta inespecífica del cuerpo ante cualquier demanda”⁷.

Desde nuestro punto de vista, el estrés obedece más a las condiciones del entorno que viven las personas, por lo que una definición que consideramos más apropiada es la “Condición dinámica en la que un individuo se enfrenta a una oportunidad, restricción o demanda relacionada con lo que desea y de lo cual el resultado le parece incierto e importante”³.

El estrés en el personal docente

El estrés laboral ha sido reconocido por diversas instancias europeas, como la Organización Internacional del Trabajo⁸, como uno de los fenómenos más indeseables y relevantes en la realidad laboral actual.



Una de las principales fuentes de estrés es el ámbito laboral. Un estudio realizado en Canadá en 1999, indica que el 35% de los empleados se siente estresado en su trabajo y que aquellos que trabajan en el gobierno, la educación y la salud, son los que tienen las condiciones más estresantes¹⁰.

José M. Esteve en su libro “Los profesores ante el cambio social”, señala que el estereotipo tradicional del/a docente ha sido el de amigo/a y consejero/a, dedicado/a a relacionarse y ayudar al estudiantado; alguien que, en la escuela o fuera de ella, mantiene permanentemente una actitud de servicio; sin embargo, esta visión ha sido reemplazada por los estereotipos fomentados por los medios de comunicación, que relacionan a las/os docentes con la violencia física en las aulas, los despidos, los salarios bajos, la falta de materiales, los cuales han llevado a que los docentes sufran estrés⁵.

Cabe mencionar que en la década de los setenta comenzaron a estudiarse los problemas de estrés de los educadores de todos los niveles de la enseñanza. De estos estudios surgieron definiciones de estrés para las/os docentes como lo señala Travers¹², en su libro “El estrés de los profesores”, que lo relaciona directamente con el grado en que los mecanismos de defensa son incapaces de controlar el elemento estresante y con el grado en que el maestro valora la amenaza.

La concepción de estrés en docentes que hemos considerado en esta investigación, ha sido la definición de Cole³, que lo presenta como un «malestar» o estado emocional negativo que va acompañado de síntomas tales como angustia, tensión, frustración, ansiedad o depresión y que es consecuencia de algunas condiciones en las que el profesorado desempeña su trabajo. Además de los síntomas mencionados, el estrés en docentes se ha asociado al síndrome de burnout.

En el informe de la OIT⁸ “El trabajo en el mundo”, se reconoce que el estrés y el síndrome de burnout no son fenómenos aislados, sino que ambos se han convertido en un riesgo ocupacional significativo de la profesión docente que afecta de manera muy particular al profesorado.

El síndrome de burnout como consecuencia del estrés crónico

El término de Burnout aparece en 1974 cuando Freudenberger¹¹ llama la atención sobre un conjunto de manifestaciones clínicas que aparecen en las personas que trabajan en las profesiones de servicio (profesores, enfermeras, doctores, trabajadores sociales, etc.) y que se manifiestan por un deterioro de la atención profesional a los usuarios de estos servicios.

Desde un enfoque psicosocial, han sido Maslach y Jackson⁴ quienes lo han caracterizado por tres dimensiones empíricamente relacionadas pero conceptualmente distintas:

- Agotamiento emocional; entendido como una reducción de los recursos emocionales y al sentimiento de que no tenemos nada que ofrecer.
- Despersonalización; referido al desarrollo de actitudes negativas y de insensibilidad hacia los receptores del servicio.
- Falta de realización personal; se refiere a la percepción de que las posibilidades de logro en el trabajo han desaparecido junto con vivencias de fracaso y sentimiento de baja autoestima.

Método

Tipo de investigación

Investigación descriptiva ya que especifica las propiedades, características y rasgos relevantes de los docentes del área Económico Administrativo de una institución pública de educación superior atendiendo a cuatro factores que están considerados en el instrumento de evaluación aplicado.

Estructuración

Altamente estructurada porque se utilizó un instrumento de medición del estrés, con respuestas de opción múltiple con escalamiento tipo Likert.

Obtención de la información

Viva, la información se obtiene directamente de las personas involucradas para esta investigación perteneciente al área Económico Administrativo de la institución pública de educación superior.

La aplicación se llevó a cabo en un periodo de seis meses, y abarcó la totalidad de los docentes del área.

Análisis estadístico e interpretación de resultados

Instrumento

Se aplicó el Cuestionario de Burnout de Profesores (CBP-R) Moreno-Jiménez⁹. El instrumento evalúa los factores de estrés y burnout específicos de la profesión docente con respecto a las dimensiones (Factores) de: Nivel de Estrés y Burnout (Factor I), Agotamiento Emocional (Factor II), Despersonalización (Factor III) y Falta de Realización (Factor IV).

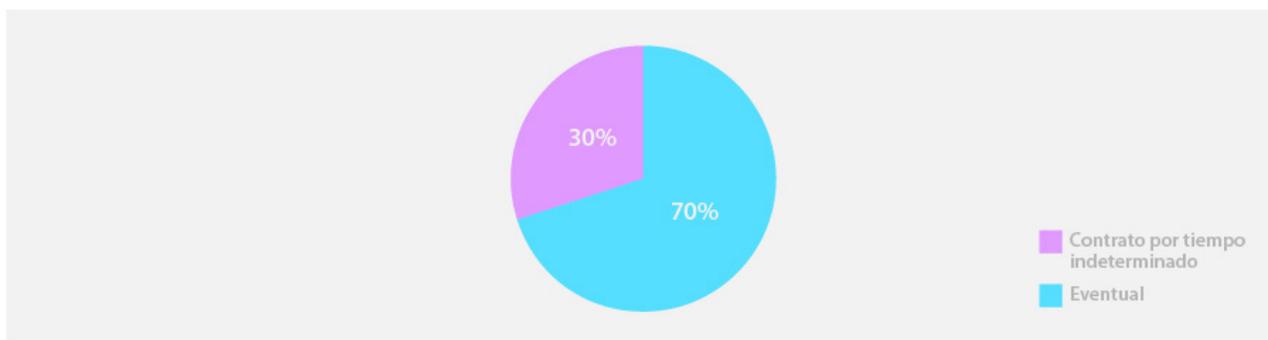
La escala de evaluación es de 1 a 3, que considera desde “en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”. Adicionalmente se consideró reconocer algunos datos socio laborales de la población investigada, tales como: edad, tipo de contratación, y años de servicio en la institución (antigüedad).

El instrumento también evalúa las variables de tipo organizacional y laboral, que para este estudio no se utilizaron.

Análisis de la información

Datos sociolaborales:

Del universo investigado, su condición laboral respecto al tipo de contratación es la siguiente: 30% son docentes que tienen contrato por tiempo indeterminado y el 70%, contrato eventual por asignatura impartida. Las edades de los profesionales están comprendidas entre 27 y 52 años. En cuanto el tiempo que el personal docente lleva laborando en la institución, se obtuvo una media de 4.8 años, con un rango va de 1 año hasta 10 años de servicio.

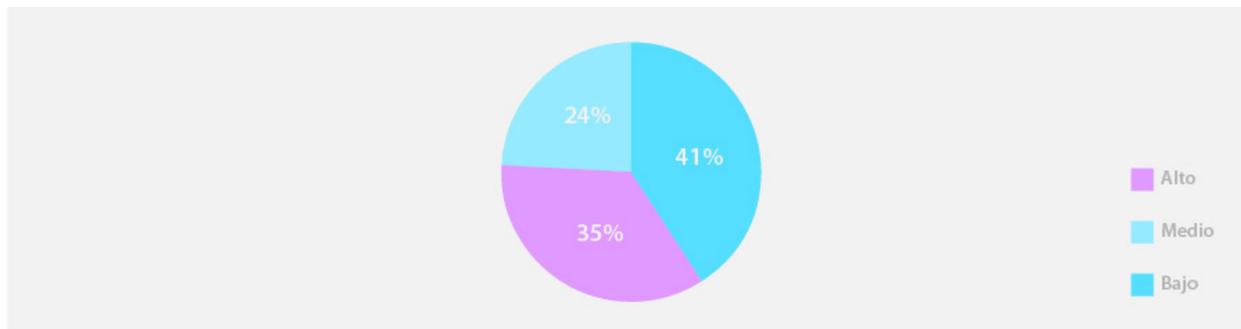


Fuente: Elaboración propia de los autores.



Gráfica 1. Análisis descriptivo del Factor I (Estrés y Burnout)

Al analizar los datos, se obtuvieron los siguientes resultados con relación al factor estrés y burnout; se encontró que del total de la población sujeto de estudio, el 35% presenta un nivel alto de estrés, el 24% nivel moderado y el 41% un nivel bajo. La media aritmética del factor Estrés y Burnout nos da como resultado 1.9, lo cual nos indica que a los docentes les afecta el estrés, el cual es el resultado de cumplir con actividades escolares fuera de su horario de trabajo, entregar informes a tiempo de tipo administrativo, estar atentos a las necesidades individuales del alumnado, no contar con los recursos materiales necesarios y además, con poco apoyo financiero.

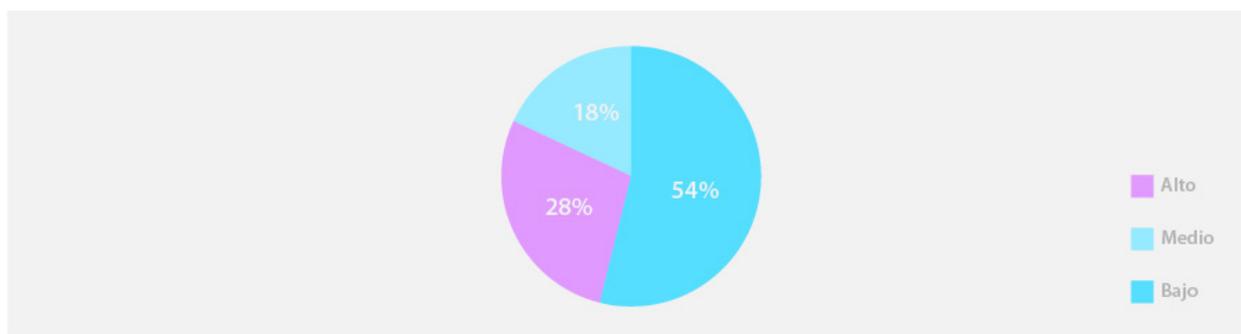


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Gráfica 2. Análisis descriptivo del Factor II (Agotamiento Emocional)

Con respecto al Agotamiento Emocional, los resultados obtenidos muestran que la media aritmética de 1.7, las/os docentes están de acuerdo en que el Agotamiento Emocional producto de la enseñanza, les afecta en sus relaciones fuera del trabajo, en su salud, y además, presentan dificultad para regresar a trabajar después de un periodo de vacaciones, ya que presentan nerviosismo al regreso de sus labores.

Del total de la población, el 28% de los docentes presenta un nivel alto de agotamiento emocional, el 18% un nivel moderado y, el 54% un nivel bajo.

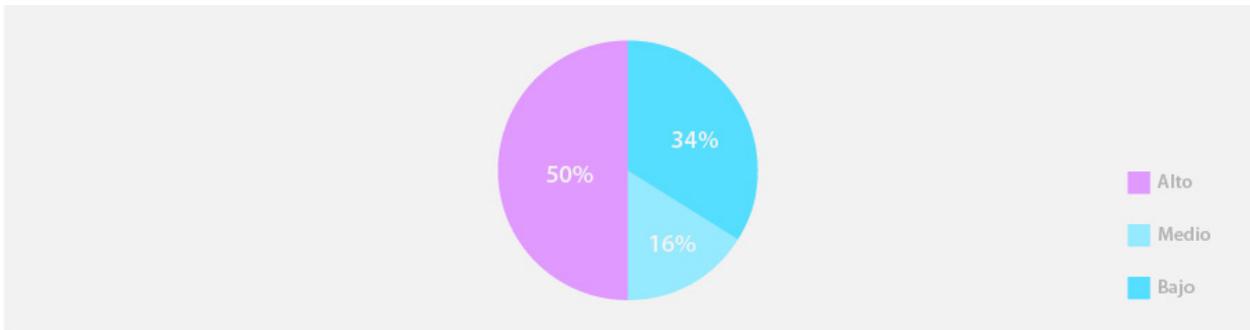


Fuente: Elaboración propia de los autores.

Gráfica 3. Análisis descriptivo del Factor III (Despersonalización)

En cuanto al factor III (Despersonalización), se obtuvo una media aritmética de 1.7, que indica que las/os docentes están de acuerdo que sufren de despersonalización, la cual es producto del desarrollo de actitudes, sentimientos y respuestas negativas hacia el trabajo como son: el considerar al alumnado como objetos impersonales, y sentirse deprimido con respecto a la profesión.

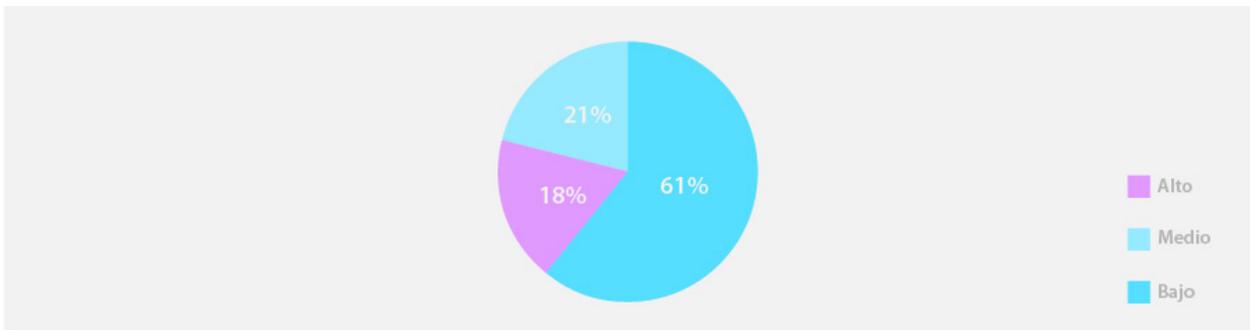
Del total de la población, el 50% de los docentes presenta un nivel alto de despersonalización, el 16% un nivel moderado y, el 34% un nivel bajo.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

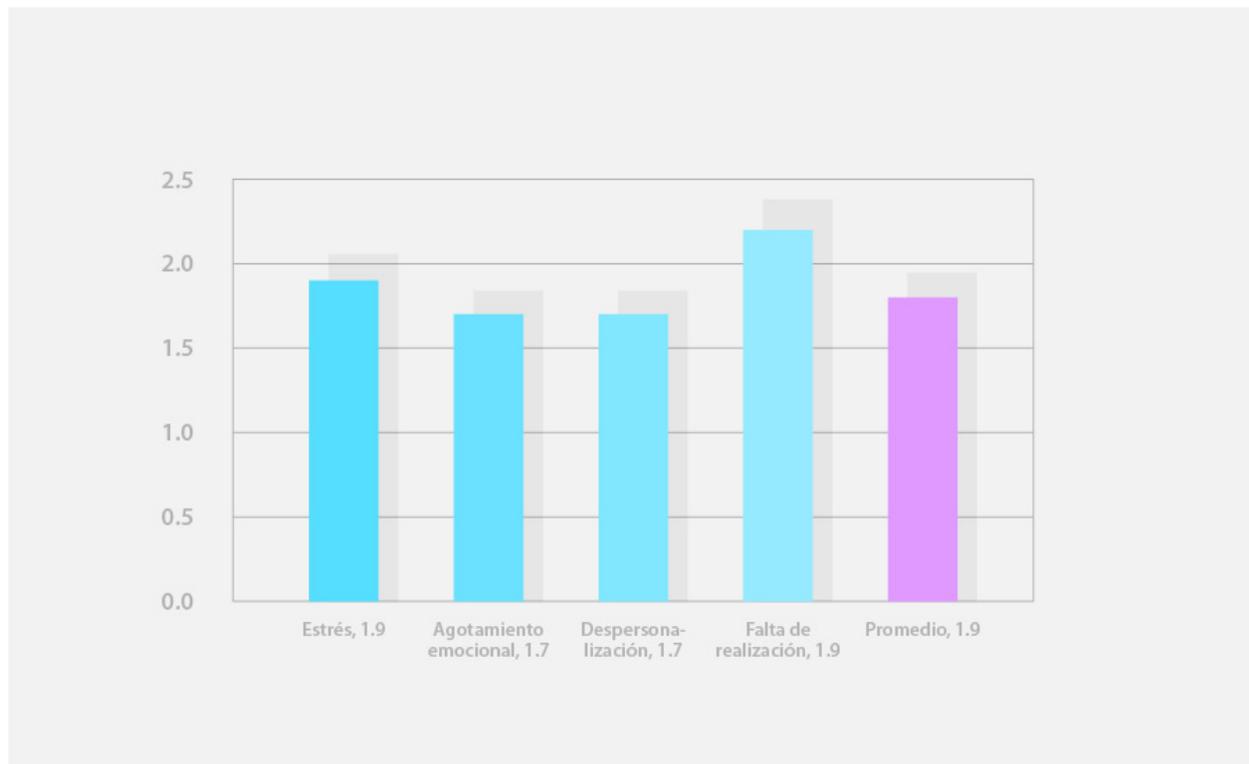
Gráfica 4. Análisis descriptivo del Factor IV (Falta de Realización)

El factor IV (Falta de Realización), se obtuvo como resultado una media aritmética de 2.2, que nos indica que los docentes están de acuerdo en que su vida es provechosa, dado que su labor docente es la que desean realizar, por lo tanto, podemos concluir que al personal docente no le falta realización personal porque están comprometidos con su trabajo. El único factor negativo que nos muestra el estudio, es el no lograr un cambio positivo en la vida del estudiantado. Del total de la población, el 16% de las/os docentes presenta un nivel alto de falta de realización, el 18%, un nivel moderado, y el 54%, un nivel bajo.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

En la siguiente gráfica se muestra las medias aritméticas obtenidas por cada factor y el promedio general.



Fuente: Elaboración propia de los autores.

Discusión

Los resultados de esta investigación muestran que los docentes sufren de estrés, ya que constituyen uno de los grupos de profesionales más afectados por la depresión, la fatiga psíquica, el estrés y otras dolencias, como el denominado “síndrome del quemado”. Tanto es así, que la Lic. Miriam Bergalli², en su tesis de doctorado sobre educación, define el concepto de Malestar Docente Actual, y sostiene que la docencia hoy debe ser asumida como profesión de riesgo. Esta investigación da como resultado los problemas de salud psíquica, de estrés, de depresión o el síndrome burnout (estar quemado), que los profesionales de la enseñanza califican como propias de su actividad. Es decir, naturalizan estos síntomas llegando a pensar que es normal padecerlos en quienes desarrollan la profesión docente.

Hiebert y Farber¹ realizaron una revisión de 71 artículos y encontraron evidencias para considerar a la docencia como una profesión estresante. La prevalencia del estrés y la respuesta a este, varía de docente a docente, dependiendo de las estrategias de enfrentamiento que utilice.

Es por ello, necesario establecer un programa de capacitación que contemple cursos que lleven al/a docente a identificar el nivel de estrés y los factores estresores que lo originan para que implemente las estrategias correctas y necesarias para minimizar o si es posible, eliminar dicho estrés. Es necesario mencionar que dichas estrategias deben ser implementadas tanto a nivel institucional como individual para que estas puedan funcionar, tomando en cuenta que un bajo o mal funcionamiento de las estrategias implementadas, pueden hacer crónica la presencia del estrés y manifestarse el Síndrome de Burnout o Síndrome de Quemarse por el Trabajo.

Conclusión

Con el análisis de resultados se llegó a la conclusión de que las/os docentes del área económica administrativa sufren de estrés derivado de los factores Estrés y Burnout, Agotamiento Emocional, Despersonalización y Falta de Realización que se determinaron por medio de la aplicación de un instrumento de medición.

Podemos determinar que los aspectos generadores de estrés son los siguientes:

- Las actividades escolares fuera de su horario de trabajo.
- El agotamiento emocional que sufren por la actividad de la docencia que afecta a la salud, además de la falta de compromiso hacia su trabajo, ya que no quieren regresar a trabajar después de un periodo de vacaciones.
- La despersonalización se da en las actitudes negativas hacia el alumnado por considerarlos como objetos impersonales.
- La falta de realización se produce por no favorecer cambios positivos en los alumnos.

Referencias

1. ALDRETE RODRIGUEZ, María Guadalupe. *Síndrome de Burnout en maestros de educación básica, nivel primaria de Guadalajara*. México. : Red de Investigación en salud., 2006. ISSN: 1405-7980
2. BERGALLI, Miriam. "Malestar Docente". Director: Osvaldo Panza Doliani. Universidad Interamericana de Buenos Aires, Facultad de Investigación y Desarrollo Educativo, 2002.
3. BERMUDEZ DE ALVEAR, Rosa "et al". *Relaciones entre el uso de la voz y el burnout en los docentes de educación infantil y primaria de Málaga*, Revista Española de Pedagogía, año LXII, no.227, enero-abril 2004, ISSN: 0034-9461
4. DIAZ BAMBULA, Fátima "et al". *Factores asociados al síndrome de burnout en docentes de colegios de la ciudad de Cali, Colombia*. Universitas Psychologica. [en línea]. 11, no. 1 [fecha de consulta: 22 de Mayo del 2015]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64723234018>. ISSN: 1657-9267
5. ESTEVE, J.M., FRANCO, S. y VERA J. *Los profesores ante el cambio social*. México : Anthropos, 1995. ISBN: 8476584687
6. FONTANA, D. y ABOUSERIE, R. *Stress levels, gender and personality factors in teachers*. Great Britain. British Journal of Educational Psychology, 1993, vol 63, pp. 261-270.
7. LÓPEZ ARAUJO, Blanca "et al". *El papel modulador de la implicación con el trabajo en la relación entre el estrés y la satisfacción laboral*. Madrid España.: Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid España., 2007, vol. 19, no 1, pp. 81-87, ISSN:0214-915
8. MARQUÉS PINTO, Alexandra "et al". *Fuentes de estrés, burnout y estrategias de coping en profesores portugueses*. Madrid.: Revista de psicología del trabajo y de las organizaciones, 2005, vol. 21, no.1-2, pp.125-143, ISSN: 1576-5962
9. MORENO JIMÉNEZ, Bernardo "et al". *La evaluación del estrés y el burnout del profesorado: el CBP-R*. Madrid.: Revista de Psicología del Trabajo y las Organizaciones, Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid., 2000. p. 331-349
10. PADILLA MONTEMAYOR, Victor Manuel "et al". *Patrones de personalidad tipo A o B, Estrés laboral y correlatos psicofisiológicos*. Psicología y Salud. Universidad Veracruzana, 2006, vol.16, no.001, pp.79-85, ISSN: 1576-5962
11. PONCE DÍAZ, Carlos Ramón "et al". *El síndrome del "quemado" por estrés laboral Asistencial en grupos de docentes universitarios*. Lima Perú.: Revista de Investigación en Psicología. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos., 2005, vol. 8, N°2, pp. 87-112, ISSN: 1560-909X
12. PRIETO, Ursua y BERMEO TORO, María Laura. *Contexto Laboral y malestar docente en una muestra de profesores de Secundaria*. Revista del Trabajo y de las Organizaciones, 2006, vol. 22, no. 1, pp.45-73, ISSN: 1576-5972

Fecha de recepción
03/11/2015

Fecha de aceptación
08/04/2015

Fecha de publicación
29/01/2016



Expectativas y percepciones de los clientes de un restaurante en la ciudad de Mérida, Yucatán

(Por: Louisiana Espinoza Paz, Andrés Miguel Pereyra Chan, Hermila Andrea Ulibarri Benítez)

Resumen

La calidad en el servicio es una herramienta muy importante dentro de una empresa ya que provee un valor agregado al negocio. El objetivo de esta investigación es evaluar y analizar la calidad en el servicio de una empresa de cortes finos en la Ciudad de Mérida, Yucatán, con el fin de determinar las expectativas y percepciones de los clientes. La metodología utilizada es cuantitativa, descriptiva, no experimental y transversal. Para la obtención de la información se utilizó el instrumento denominado *Servqual* que consiste en una escala multidimensional que obtiene de los clientes la calidad del servicio percibido y sus expectativas en las dimensiones: confiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y elementos tangibles. La población de estudio fue de 1065 clientes con una muestra de 282 clientes; se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de la información. Los resultados obtenidos fueron negativos en cada una de las cinco dimensiones evaluadas, las menos críticas fueron la capacidad de respuesta y empatía con una diferencia de -0.2, la dimensión con mayor diferencia y peor evaluada es la de seguridad con una diferencia de -0.5. Por lo que es necesario, mejorar todas las áreas en las cuales los clientes se mostraron insatisfechos durante el servicio recibido.

Palabras clave: Calidad en el servicio, expectativas y percepciones, empresa restaurantera.

Abstract

The quality of service is a very important tool within a company as it provides added value to the business. The objective of this research is to evaluate and analyze the quality of service in a company of fine meat cuts in the city of Merida, Yucatan in order to determine expectations and perceptions of customers. The type of methodology is quantitative, descriptive, not experimental, and transversal. An adaptation of the instrument called *Servqual* was used to get information; this instrument is a multidimensional scale that aims to obtain from customers the perceived quality of service and their expectations in dimensions such as: reliability, capacity responsiveness, assurance, empathy and tangibles. The sample size was of 282 customers. An instrument was applied (in Likert scale) *servqual* to measure the expectations and perceptions of customers, descriptive statistics was used for data analysis was carried out capture and process data in SPSS statistical software. The results were negative in each of the five dimensions evaluated were less critical responsiveness and empathy with a difference of -0.2; dimension greater difference assessed is the worst and safety with a difference of -0.5. So it is necessary to improve all areas in which customers were dissatisfied during the service received.

Keywords: Service quality, expectations and perceptions, foodservice company.

Introducción

El mundo actual vive procesos de cambios acelerados y de competitividad no solo local si no a nivel internacional, donde las empresas buscan incrementar su productividad, obtener mayor eficiencia y entregar un mejor servicio, lo cual implica que los directivos apliquen modelos de dirección considerando como pilar al factor humano, el trabajo en equipo para responder de manera inmediata y adecuada a la demanda de productos y servicio de óptima calidad.

Los clientes se vuelven cada día más exigentes en cuanto a la calidad del producto o servicio, precio, ubicación y promoción, lo que lleva a las empresas a enfocarse más a satisfacer estas necesidades.

Actualmente el servicio al cliente es un elemento crucial para el desempeño de una empresa y es una de las herramientas más poderosas para lograr diferenciación y aumentar la ventaja competitiva¹.

Algunas definiciones de la calidad en el servicio se enfocan principalmente en las estrategias que utilizan las empresas, como Acerenza², quien menciona que “la calidad en el servicio es una función estratégica” para un negocio.

Hoy en día, la calidad juega un rol muy importante en las organizaciones ya que al igualarse la calidad del servicio o producto con lo de los competidores, crece cada vez más la importancia de la calidad del servicio. Al respecto, Albrecht³, menciona que existen empresas tanto de servicio como de productos, y a través del tiempo el contenido de servicio que exige el cliente va creciendo en ambos tipos de empresas.

La definición y medición de la calidad del servicio está basado en el tipo de industria o negocio, en el cual además de las variables que conforman la calidad del servicio, tienen variables particulares de acuerdo a la naturaleza del servicio que se esté hablando; y el contexto cultural, donde se encuentra la expectativa del cliente, variando de acuerdo a su formación cultural (percepción)⁶.

El sector restaurantero debido a que maneja elementos tangibles (comida) como intangibles (servicio) cada día tiene que generar nuevas y mejores estrategias de mercadotecnia para incorporar dichos elementos. Es importante señalar que éste sector, aporta una fuerte derrama económica, así como también es generador de empleos directos e indirectos.

Por tanto, si satisfacer las expectativas del cliente es tan importante como se ha dicho, entonces es necesario disponer de información adecuada sobre los clientes que contenga aspectos relacionados con sus necesidades, con los atributos en los que se fijan para determinar el nivel de calidad conseguido⁵.

Debido a la importancia de la satisfacción del cliente para las empresas e instituciones en general, surgieron herramientas para medir la calidad en el servicio y así conocer el nivel de satisfacción de los mismos; tal como la herramienta *Servqual* misma que fue desarrollada por Parasuraman, Zeithaml y Berry⁴, donde se evalúan los factores claves para determinar la calidad del servicio prestado.

En la *figura 1* se muestra, el modelo de evaluación del cliente sobre la calidad del servicio en que se basa la metodología *Servqual*.

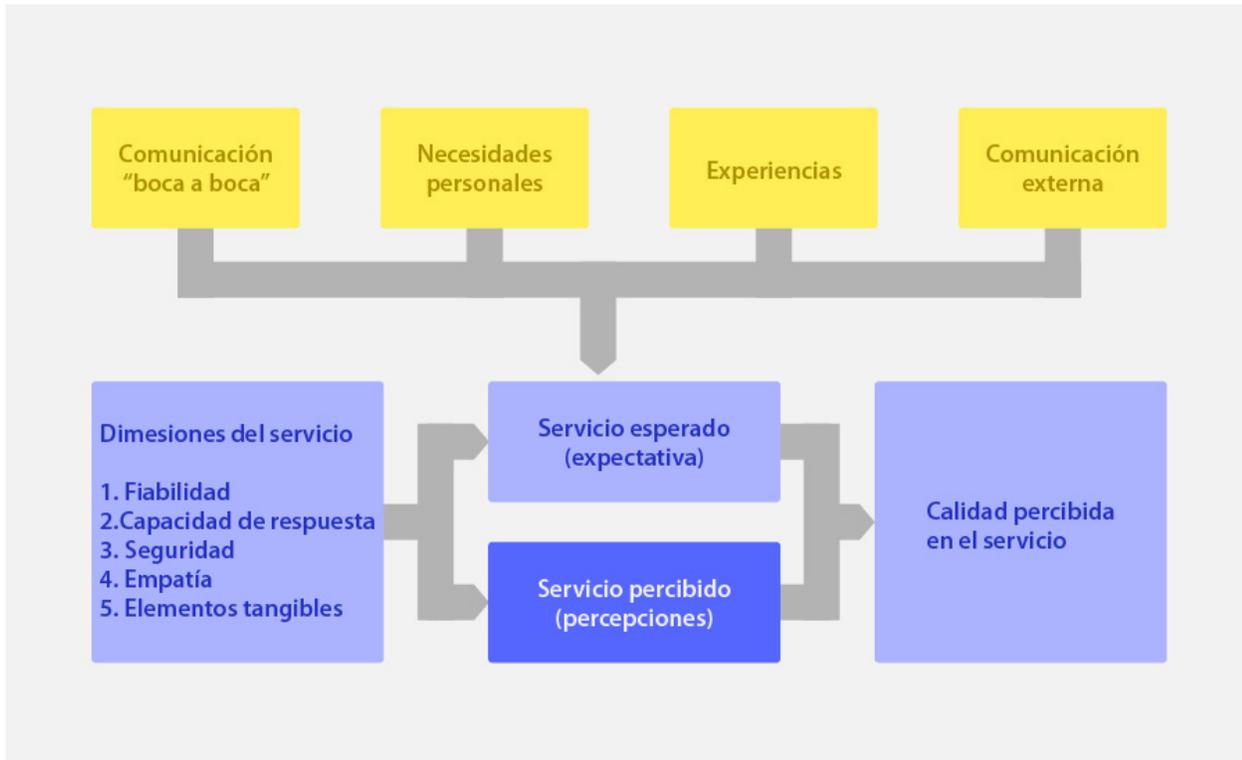
En este Modelo se establece que el cliente espera un servicio (expectativa) y el cual supone recibirá, consciente o inconscientemente, evalúa ciertas características (dimensiones del servicio) durante la prestación del mismo, lo que le permite tener impresiones al respecto (percepción) y emite un juicio una vez terminado éste. Por esto mismo, *Servqual* es una de las principales fuentes de información para que las empresas de servicios conozcan el nivel de satisfacción de sus clientes, ubiquen áreas de oportunidad y propongan y/o implementen mejoras para tener clientes satisfechos. La satisfacción del cliente es lo más importante para las empresas, razón por la cual han empezado a buscar la manera de cómo ir creciendo en ese aspecto, brindando un servicio de calidad para estar a la vanguardia con las demás empresas y conservar a los clientes.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es evaluar y analizar la calidad en el servicio de una empresa de cortes finos en la Ciudad de Mérida, Yucatán con el fin de determinar las expectativas y percepciones de los clientes, a través del instrumento *Servqual* que mide las dimensiones del servicio: fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y elementos tangibles.



Figura 1. Modelo de medición de la satisfacción de clientes



Fuente: Modelo de medición de la satisfacción de clientes².

Planteamiento del problema

Los problemas que se presentan comúnmente en los establecimientos de alimentos y bebidas, surgen antes y durante el servicio, refiriéndose el primero a la atención que reciben al momento de llegar al restaurante y el segundo al momento de recibir su producto o servicio.

Actualmente los problemas a los que se enfrentan las empresas restauranteras locales y del caso de estudio, están relacionados con los nuevos establecimientos foráneos que llegan a la región y que poseen una mayor cantidad de productos a la carta y variedad de sus productos. Esto es, empresas conocidas de marcas comerciales que traen un gran sentido de calidad en el servicio y niveles muy altos de este en comparación con las empresas locales.

La empresa estudiada, a pesar de tener una ubicación donde cuenta con pocos competidores directos, no ha podido llegar a ser una organización que sobresalga; en un diagnóstico realizado previamente a la empresa por espacio de dos meses, se pudo constatar que la atención que brinda el personal a los clientes es deficiente, muchos trabajadores no conocen el menú y sus funciones y roles dentro de la organización. La función de supervisión es nula y los procedimientos de preparación de la comida no se encuentran estandarizados. Además se desconoce el nivel de satisfacción de los clientes.

Para que un restaurante logre la calidad en el servicio, este debe cumplir con las necesidades y expectativas de sus clientes, ya que ellos son lo más importante y quienes determinan que tan bueno es el servicio ofrecido por un establecimiento. De allí la importancia de realizar este estudio en esta empresa en particular.

Metodología

El enfoque de la investigación es cuantitativo, descriptivo debido a la naturaleza de esta, en el cual se midieron, evaluaron y recolectaron datos sobre las variables: elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía. El diseño de la investigación es no experimental dado que se realizó sin manipular a las variables de estudio, la unidad de análisis es la empresa de cortes finos y los elementos de análisis son los clientes. La población está compuesta por un total de 1065 clientes, de la cual se obtuvo una muestra estratificada de 282 clientes para realizar el estudio. Los estratos se establecieron de acuerdo a los tipos de clientes que tiene la empresa, los cuales son: clientes que compran cortes preparados para llevar que representan el 32.62% de ellos; clientes que compran cortes crudos para llevar (23.04%) y clientes que consumen cortes preparados en el establecimiento (44.32%). Dando como resultado 92, 65 y 125 encuestas por estrato. El modelo Servqual desarrollado por Parasuraman, Zeithaml, y Berry⁴ incluye las cinco dimensiones básicas que caracterizan un servicio (tangibles, confiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía), mismas que se expresaron en un cuestionario de 22 preguntas para la medición de expectativas y otras 22 para la medición de las percepciones de los clientes de un servicio. Se realizó una prueba piloto del instrumento y se obtuvo un alfa de Cronbach de 0.80. Posteriormente se aplicó el instrumento Servqual en las tres categorías, el cual fue respondido en una escala Likert; se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de la información, se llevó a cabo la captura y proceso de los datos en el Software estadístico SPSS.

Resultados

Una vez analizada e interpretada la información arrojada por las encuestas de los clientes de los tres servicios que ofrece el restaurante (para llevar, consumo en el restaurante y compra de cortes en crudo), se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la figura 2; en donde se ilustran las puntuaciones de los promedios globales por dimensión del modelo Servqual, y en donde se puede observar que en todas las dimensiones, las expectativas superan a las percepciones ya que todos los valores de la columna de percepciones son menores a las expectativas, lo que significa, que los clientes reciben un servicio que no cubren sus expectativas al 100%.

En la tabla 1, se observa que los resultados obtenidos fueron negativos en cada una de las cinco dimensiones evaluadas, siendo la capacidad de respuesta y empatía, las menos críticas y con una diferencia de -0.2. Las dimensiones elementos tangibles y fiabilidad obtuvieron -0.3. En donde se presentó una diferencia de -0.5 fue en la dimensión de seguridad, lo cual nos indica que los empleados están teniendo deficiencias al momento de ofrecer un buen servicio en forma adecuada y constante, además de la disposición que tienen para apoyar a los clientes, por lo que también se puede percibir la falta de conocimiento en sus funciones.

Como resultados finales se mencionan las características encontradas en cada una de las dimensiones evaluadas del modelo utilizado, basado del instrumento *Servqual*:

- **Capacidad de respuesta:** En esta dimensión las diferencias más notorias se encuentran en que la empresa no tiene la disposición y la flexibilidad para atender las expectativas de los clientes, ya que se observa un mayor tiempo de atención hacia estos.
- **Seguridad:** En cuanto a la seguridad se observa que la confianza en los empleados por parte de los clientes es muy baja. Sin embargo, la empresa se observa débil en cuanto al conocimiento de los productos y servicio que ofrece. El cliente espera que los empleados que los atienden sean capaces de hacerle sugerencias o recomendaciones en cuanto a los productos que aparecen en la carta.
- **Empatía:** En esta dimensión, el interés, la comprensión, el comportamiento y la expresión tienen una valoración media con respecto a lo esperado, no así con la cortesía, atributo que los clientes aprecian junto con la amabilidad de los empleados.
- **Fiabilidad:** En esta dimensión, la tolerancia, recomendación por confiar en la empresa, el compromiso, la confianza, el cumplimiento en el tiempo, la mejora continua, los clientes tienen una buena expectativa.



Figura 2. Expectativas y percepciones de la calidad en el servicio de los clientes del restaurante de cortes finos.



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de investigación (2015).

Tabla 1. Comparativa de las expectativas y percepciones de los clientes y diferencia de los criterios de calidad en el servicio.

Criterios de calidad	Expectativas	Percepciones	Diferencia
Elementos tangibles	6.1	5.8	- 0.3
Fiabilidad	6.5	6.2	- 0.3
Capacidad de respuesta	6.6	6.4	- 0.2
Seguridad	6.3	5.8	- 0.5
Empatía	6.1	5.9	- 0.2
Promedio Global	6.32	6.02	- 0.3

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la investigación (2015).

El promedio global que se obtuvo en todas las dimensiones es de -0.3, lo cual representa de acuerdo al modelo que la empresa tiene que mejorar en todas las dimensiones de la calidad del servicio. Además se deben estandarizar los procesos de atención al cliente; capacitar a sus empleados con el fin de que desempeñen de manera eficiente sus labores y que los clientes puedan percibirlo.

Toda la investigación muestra que el cliente tiene unas expectativas mayores de las percepciones recibidas. Sin embargo, la percepción de la calidad varía de uno a otro consumidor, servir al cliente implica realizar las actividades necesarias para lograr que el reciba el producto y/o servicio en el momento y lugar adecuado,

cumpliendo así con cualquier promesa que se haya hecho durante la venta. Está muy claro que los empleados no son totalmente responsables del buen servicio que el cliente recibe, ya que esto se logra gracias a que el empresario mantenga el entusiasmo, la motivación y empuje de cada uno de sus trabajadores. Para lograr que el servicio al cliente se mantenga como una ventaja competitiva, se sugiere que la empresa debe tener una cultura orientada al servicio.

Discusión

En el caso de la empresa estudiada, se puede mencionar que no se cumple con lo planteado por Jiménez¹ ya que los clientes reciben menos de lo que esperan del servicio, y que las expectativas del dueño y del gerente difieren de lo que perciben estos; de tal manera que no existe diferenciación y ventaja competitiva del negocio. Tampoco por lo planteado por Acerenza² ya que se demostró que la calidad en el servicio no se ve como una función estratégica en este caso de estudio.

Conclusiones

Se puede observar que mediante el procedimiento que se siguió durante esta investigación se logró cumplir el objetivo planteado inicialmente, el cuál consistió en evaluar y analizar la calidad en el servicio percibido por los consumidores del restaurante. Ya que, se evaluaron las expectativas y percepciones, detectándose que en todas las dimensiones del modelo, los clientes se mostraron insatisfechos por el servicio recibido.

Es importante tener en cuenta que la calidad es un punto primordial para satisfacer las necesidades del cliente y esta puede ser lograda si la empresa se compromete a implementarla en el servicio que brinda. Esta se obtiene cuando posee todos los requisitos necesarios que satisfacen las necesidades de los clientes, cuando se emplean todos los recursos humanos, financieros y materiales en forma óptima y se realicen todas las actividades de la mejor forma.

Es importante señalar que la calidad en el servicio es una ventaja competitiva para cualquier tipo de negocio. Particularmente, en la rama de la industria restaurantera, es una ventaja de suma importancia debido a que es un sector en el que hay mucha competencia.

Es necesario que la empresa se preocupe en el trato que se le dé al cliente, ya que este es un factor importante para el restaurante, por lo tanto; es necesario capacitar al personal, ya que de esta forma aprenderán a tratar bien al cliente, también les servirá para proporcionarles habilidades adicionales, para mejorar su desempeño.

Referencias

1. JIMÉNEZ, Humberto. *Calidad: cómo ofrecer un buen servicio a los clientes*. Bogotá, Colombia: Planeta, 2013.
2. ACERENZA, Miguel Ángel. *Las empresas altamente competitivas*. México: Editorial Mc Graw Hill, 2010.
3. ALBRECHT, Karl. *Todo el poder al cliente*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós Buenos Aires, 2011.
4. PARASURAMAN, A., Zeithaml, V., Berry, L. *Calidad total en la gestión de servicios*. España: Díaz de Santos Ediciones.
5. JURAN, Joseph M. *Manual de Control de la calidad*. España: McGraw-Hill Interamericana de España, 2010.
6. SALCIDO FONDERA, Euniser. *Calidad en el servicio*. Chile: Panamericano, 2010.



Algoritmo genético y algoritmo de sistema de hormigas aplicados al problema del agente viajero

(Por: Uriel Ervey Bernal Magallanes, Héctor José Puga Soberanes, Juan Adolfo Montesino Guerra)

Resumen

El Problema del Agente Viajero (por sus siglas en inglés TSP) es un problema clásico ampliamente estudiado dentro del área de optimización combinatoria. Hasta la fecha no se ha encontrado un algoritmo exacto que encuentre la solución óptima a este problema en un tiempo polinomial. El algoritmo Genético (AG) y el Algoritmo de sistema de Hormigas (ASH) son dos metaheurísticas, las cuales han reportado en el estado del arte buenas soluciones aproximadas a problemas de optimización combinatoria. El objetivo de este trabajo es mostrar la implementación y el funcionamiento de un AG y del ASH aplicado al TSP simétrico, mostrando los resultados obtenidos durante la experimentación.

Palabras clave: Problema del Agente Viajero (TSP), metaheurísticas, Algoritmo Genético, Algoritmo de Sistema de Hormigas.

Abstract

The Traveling Salesman Problem (TSP) is a classic problem of the area of combinatorial optimization. An exact algorithm that solves this problem in polynomial time has not been found. The Genetic Algorithm (GA) and Ant System Algorithm (ASA) are two Metaheuristics which have reported approximate good solutions to combinatorial optimization problems. The goal of this work is to show the implementation and performance of a GA and ASA applied to symmetrical TSP, showing the results obtained during experimentation.

Keywords: Traveling Salesman Problem (TSP), Metaheuristics, Genetic Algorithm, Ant System Algorithm.

Introducción

El problema del agente viajero o TSP es un problema que pertenece a la clase de problemas NP-Duros debido a que no existe un algoritmo exacto que lo resuelva en tiempo polinomial. La supercomputadora RoadRunner del departamento de energía de los estados unidos, la cual en el 2009 encabezó el ranking de las 500 supercomputadoras más rápidas del mundo, con un total de 129,600 núcleos y una capacidad de procesamiento de 1.457 trillones de operaciones aritméticas por segundo, tardaría 28 trillones de años en resolver una instancia del TSP de 33 ciudades, utilizando como método la búsqueda exhaustiva¹. La importancia del TSP se estriba en que varios problemas de optimización combinatoria se pueden modelar con base en él, como la planeación de rutas de transporte, el taladrado en placas de circuitos, la planeación de tiempos de vuelos y la asignación de tareas, así como otros que pueden ser consultados¹. Existen métodos conocidos como Metaheurísticas los cuales son algoritmos aproximados que se pueden adaptar a varios problemas de optimización². Las Metaheurísticas no prometen encontrar la solución óptima pero si una solución aproximada en un tiempo factible³. El AG y el ASH son dos Metaheurísticas populares que han tenido éxito en encontrar soluciones aproximadas a problemas de optimización combinatoria.

Conceptos teóricos

Problema de Agente Viajero (TSP)

La primera formulación del TSP fue entre 1920 y 1930, por el matemático y economista Karl Menger¹.

El TSP se puede plantear de la siguiente manera dado un conjunto de n ciudades $V=\{1,2,3,\dots,n\}$ y un conjunto de aristas $A=\{(i,j) \mid i,j \in V\}$ que interconecta las ciudades, encontrar la ruta o el recorrido de costo mínimo que recorra todas las ciudades una sola vez partiendo de una ciudad inicial y terminando en esa misma ciudad inicial. A este tipo de recorrido se le conoce como ciclo hamiltoniano.

El modelo del TSP se puede plantear de la siguiente forma:

$$\text{Min } f = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij}x_{ij} \quad (1.1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{\{i : (i,j) \in A\}} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in V \quad (1.2)$$

$$\sum_{\{j : (i,j) \in A\}} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1.3)$$

$$\sum_{\{(i,j) \in A : i \in U, j \in (V-U)\}} x_{ij} = 1 \quad 2 \leq |U| \leq |V| - 2 \quad (1.4)$$

De donde:

- $A \subseteq V \times V$ es el conjunto de las aristas que interconectan las ciudades.
- x_{ij} es la variable de decisión del problema que está dada por:
$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si existe } (i,j) \in A \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (1.5)$$
- C_{ij} es el costo o la distancia asociado a x_{ij}

La expresión (1.1) representa la función objetivo a minimizar, la restricción (1.2) indica que para cada ciudad j que no ha sido visitada se puede llegar a ella solo de una ciudad i , la restricción (1.3) indica que para cada ciudad i solo puede llegar a una sola ciudad j la restricción (1.4) evita que se generen subtours.

Existen dos versiones del TSP:

- TSP simétrico, cuando $\forall (i,j) \in A, C_{ij} = C_{ji}$.
- TSP asimétrico, cuando $\forall (i,j) \in A \exists (i,j), C_{ij} \neq C_{ji}$.

Algoritmo Genético (AG)

Los algoritmos genéticos (AGs) son una clase de metaheurísticas muy populares pertenecientes a la familia de Algoritmos Evolutivos, fueron propuestos por John Holland en la Universidad de Michigan, alrededor de 1970⁵. Los AGs son algoritmos de optimización basados en la teoría de la selección natural, la evolución y la genética⁶. Un AG consta de los siguientes elementos para su funcionamiento:

- Una **población** P inicial de n individuos, donde cada individuo es una solución.
- Una Función objetivo f conocida como **función de fitness** o simplemente **fitness**, la cual evaluará la calidad del individuo.



- Una **codificación de individuo**, la cual permitirá adaptar las posibles soluciones al dominio del problema.

También consta de los siguientes operadores:

- **Selección:** Este operador selecciona los individuos que se van a reproducir en base a su función de fitness.
- **Cruza:** Este operador realiza un intercambio de genes entre dos individuos seleccionados.
- **Mutación:** Modifica el material genético de un individuo de manera aleatoria.

Se muestra el funcionamiento del AG aplicado al TSP, y el orden en el que se tienen que aplicar los operadores:

Codificación de permutación

En este tipo de codificación cada individuo es representado por una permutación $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ tal que $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n \in N$. La permutación $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ representa la ruta en el orden que se tienen que visitar las ciudades. Donde $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ son las ciudades que se tienen que visitar.

Selección por torneo

Este operador consiste en seleccionar k individuos aleatoriamente para competir en un torneo. El ganador del torneo es aquel individuo con mejor fitness. Este proceso se repite l veces, donde l es el tamaño de la población P . Para el TSP, el AG utiliza como función de fitness a (1.1).

Cruza: Order Crossover (OX)

Este operador consiste en el intercambio genético de dos parientes para generar dos nuevos hijos. Se muestra el siguiente ejemplo para mostrar su funcionamiento:

Se selecciona una parte del padre $P1$ y se agrega al hijo $H1$. Se hace lo mismo para $P2$ y $H2$.

$$P1=(1,2,3,5,4) \quad P2=(3,4,1,5,2)$$

$$H1=(-,2,3,5,-) \quad H2=(-,4,1,5,-)$$

Después los espacios faltantes en $H1$ se rellenan con los elementos de $P2$ que no estén en $H1$. Se hace lo mismo para $H2$ con $P2$.

$$H1=(4,2,3,5,1) \quad H2=(2,4,1,5,3)$$

Mutación: Swap-Two

La mutación de Swap-Two consiste en seleccionar un individuo $i \in P$ de manera aleatoria. Después seleccionar dos componentes c_1 y c_2 de i e intercambiarlos entre ellos. Se muestra el funcionamiento de Swap-Two con el siguiente ejemplo:

$$\text{Sea } i=(1,2,3,4,5), \quad c_1=3 \text{ y } c_2=5.$$

Aplicando el operador de mutación de Swap-Two obtendríamos:

$$i=(1,2,5,4,3)$$

Existen diferentes tipos de codificación, selección, cruza y mutación los cuales pueden consultarse en Du-

mitrescu y otros⁷. Se muestra en la figura 1 pseudocódigo del AG:

Algoritmo Genético

Asignar e inicializar parámetros

Mientras (La condición de paro no se satisfaga) **hacer**

Aplicar_elitismo %opcional

Aplicar_Selección

Aplicar_Cruza

Aplicar_Mutación

End

Figura 1. Pseudocódigo del AG

Algoritmo de Sistema de Hormigas (ASH)

El ASH es un algoritmo que fue propuesto en 1991 por Marco Dorigo⁸. En un principio se crearon tres versiones del algoritmo llamadas ant-density, ant-quantity, y ant-cycle⁸. Hoy en día, el ASH se refiere al ant-cycle debido a que las otras dos versiones fueron abandonadas debido a su inferior rendimiento. Esta metaheurística está inspirada en el comportamiento de las hormigas reales.

Las hormigas son capaces de encontrar la ruta más corta entre la colonia y una fuente de comida. En un principio cada hormiga va construyendo un camino aleatoriamente y durante el transcurso va depositando una cantidad de feromonas. Las hormigas utilizan las feromonas para seleccionar un camino, lo cual quiere decir que una hormiga seleccionará el camino donde haya una mayor concentración de feromonas. Las feromonas tienden a evaporarse y desaparecer con el tiempo, por lo tanto, la concentración de feromonas en las rutas de mayor longitud tiende a desaparecer más rápido que la concentración de feromonas de las rutas de menor longitud.

Se muestra el funcionamiento del ASH aplicado al TSP:

En el ASH, cada hormiga artificial k construye una solución, iniciando aleatoriamente de una ciudad i , para ir de i a j una hormiga selecciona un camino en base a la probabilidad, la cual está dada por (2.1):

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{(\tau_{ij})^\alpha (\eta_{ij})^\beta}{\sum_{i \in \mathcal{N}_i^k} (\tau_{ii})^\alpha (\eta_{ii})^\beta}, & \text{si } j \in \mathcal{N}_i^k \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2.1)$$

De donde:

- τ_{ij} es la cantidad de feromona del arco (i,j) .
- η_{ij} es la información heurística la cual está dada por $\eta_{ij} = 1/c_{ij}$ la información heurística la cual está dada por
- c_{ij} es el costo o distancia del arco.
- α es la influencia relativa de la feromona.
- β es la influencia relativa de la información heurística.
- \mathcal{N}_i^k es el vecindario de ciudades no visitadas de i .

Después de que todas las han construido una solución, lo siguiente es actualizar los valores de las feromonas que están sobre los arcos. Esta actualización está dada por la ecuación (2.2):



$$\tau_{ij}(t+1) \rightarrow (1-\rho)\tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k \quad (2.2)$$

De donde:

- ρ es el porcentaje de evaporación de las feromonas.
- $\Delta\tau_{ij}^k$ es el incremento de la feromona en el arco (i,j) , realizado por la hormiga k .

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{1}{C^k}, & \text{si } (i,j) \in T^k \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (2.3)$$

- C^k es el costo o la longitud del tour T^k , realizado por la hormiga k .

Existen más variedades sobre el ASH las cuales pueden consultarse en Dorigo y otros⁸. Se muestra en la figura 2 el pseudocódigo del ASH:

Algoritmo de Sistema de Hormigas

Asignar e inicializar parámetros

Mientras (*La condición de paro no se satisfaga*) **hacer**

Construir_Soluciones_de_hormigas

Aplicar_búsqueda_local %opcional

Actualizar_feromonas

End

Figura 2. Pseudocódigo del ASH.

Experimentación

Se utilizó el lenguaje de programación Java para la implementación de los algoritmos.

Para probar el funcionamiento de los algoritmos se utilizaron las siguientes instancias de prueba de caso simétrico (KroA100, KroB100, KroC100, KroA150, KroB150, KroC150, KroA200, KroB200, KroC200, A280). Estas instancias fueron obtenidas de G .Reinelt⁹. Como condición de paro se usó el criterio de “*número de llamadas a función*”, se utilizó a (1.1) como función objetivo a minimizar. En cada ejecución del algoritmo, se obtuvo la solución con menor distancia.

Para realizar las pruebas se utilizó un equipo de cómputo *Acer E5-411* con las siguientes características:

- Procesador: Intel Celeron Processor N2830 de 2.16 GHz.
- Memoria RAM: 4 GB.
- Sistema Operativo: Windows 8.1, de 64 bits.

Se puede ver en la tabla 1 y 2 la configuración de parámetros para el AG y el ASH.

Tabla 1. Configuración de parámetros para el AG.

Parámetros	Valores
Población	33
Nº de llamadas a función	1,000,000
Porcentaje de Elitismo	10%
Probabilidad de cruce	1
Probabilidad de muta	1

Tabla 2. Configuración de parámetros para el AS.

Parámetros	Valores
Población	33
Nº de llamadas a función	10,000
Matriz τ_{ij}	$u \sim (0,0.3)$, u es aleatorio
Influencia relativa de la feromona (α)	1
Influencia relativa de la información heurística (β)	2
Coefficiente de evaporación	50%

Resultados

Se muestran los resultados obtenidos durante la experimentación en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados obtenidos del AG y el ASH.

Instancias	Óptimo Conocido	AG	ASH
KroA100	21282	41996.148	24683.881
KroB100	22141	39771.65	24179.582
KroC100	20749	43369.454	21799.108
KroD100	21294	37951.798	23567.693
KroE100	22068	35982.682	24354.761
Pr124	59030	153643.696	63500.17
KroA150	26524	56839.17	30503.87
KroB150	26130	63819.041	29875.772
KroA200	29368	84105.103	38736.861
KroB200	29437	77528.39	34958.148

Se muestra en la tabla 4 el tiempo de ejecución de los algoritmos para cada instancia de prueba durante la experimentación en minutos.

Tabla 4. Tiempo de ejecución del AG y el ASH.

Instancias	Tiempo de ejecución con AG	Tiempo de ejecución con ASH
KroA100	0.0629	0.3176
KroB100	0.0641	0.3180
KroC100	0.0628	0.3116
KroD100	0.0647	0.3143
KroE100	0.0637	0.3149
Pr124	0.0778	0.5941
KroA150	0.1082	1.0265
KroB150	0.1076	1.0274
KroA200	0.2104	2.4417
KroB200	0.2090	2.4527



Conclusión

En este trabajo se mostró la implementación y el funcionamiento del AG y del ASH para la búsqueda de soluciones aproximadas al TSP. En la tabla 3 se puede observar los resultados obtenidos de la implementación del AG y el ASH para instancias de 100, 124, 150 y 200 ciudades, donde se puede apreciar que estos algoritmos ofrecen soluciones aproximadas en una cantidad de tiempo razonable comparada con el método de búsqueda exhaustiva. En esta implementación se observa que el ASH obtuvo mejores soluciones aproximadas al óptimo que el AG, para todas las instancias utilizadas con una cantidad menor de llamadas a función. Sin embargo no es posible afirmar que el ASH es mejor que el AG debido que para realizar una comparación entre Metaheurísticas se requiere que los algoritmos tengan las mismas condiciones referente al tamaño de la población y a la cantidad de llamadas a función así como un procedimiento formal estadístico a priori¹⁰.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de León, que a través de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) dieron su apoyo para la realización del presente proyecto.

Referencias

1. WILLIAM J. Cook. *In Pursuit of the Traveling Salesman Mathematics at the Limits of Computation*. New Jersey : Princeton University Press, 2012. ISBN 978-0-691-15270-7.
2. FRED, Glover y A. Kochenberger, Gary. *HandBook of Metaheuristics*. New York : Kluwer Academic Publishers, 2003. ISBN 1-4020-7263-5.
3. EL-GHAZALI, Talbi. *Metaheuristics from design to implementation*. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-27858-1.
4. MONTESINO GUERRA, Juan Adolfo; PUGA SOBERANES, Héctor José; ORNELAS RODRIGUEZ, Manuel; CARPIO VALADEZ, Juan Martín; BERNAL MAGALLANES, Uriel Ervey. 2015. *Análisis Comparativo de Metaheurísticas Aplicadas al Problema del TSP*. León Guanajuato: XII encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia.
5. MITCHELL, Melanie. *An Introduction to Genetic Algorithms*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 1998. ISBN 0-262-13316-4 (HB), 0-262-63185-7 (PB).
6. F. Luger George. *Artificial Intelligence Structures and Strategy for Complex Problem Solving*. New York : Pearson Addison Weasley, 2009. ISBN-13: 978-0-321-54589-3.
7. DUMITRESCU, D. y otros. *Evolutionary Computation*. Florida : CRC Press, 2000. ISBN 0-8493-0588-8.
8. DORIGO, Marco y STÜTZLE, Thomas. *Ant Colony Optimization*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 2004. ISBN 0-262-04219-3.
9. REINELT, Gerhard. TSPLIB 95. 1995, Universität Heidelberg, p. 1-17.
10. DERRAC, J., GARCÍA, S., MOLINA, D., HERRERA, F. *A practical tutorial on the use of nonparametric statistical tests as a methodology for comparing evolutionary and swarm intelligence algorithms*. Swarm and Evolutionary Computation, 2011, 1(1), 3-18.

Fecha de recepción
04/11/2015

Fecha de aceptación
25/11/2015

Fecha de publicación
29/01/2016

