

**REVISTA LATINOAMERICANA DE
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA,
CIENCIA Y SOCIEDAD.**

A stylized map of Latin America is formed by a collection of black and white icons. These icons include lightbulbs, gears, mobile phones, and human figures, symbolizing technology, innovation, and society. The map is positioned on the right side of the cover, partially overlapping a large white circular area.

RELITEC'S
REVISTA

**3ra.
Edición**

Revista Latinoamericana de Innovación Tecnológica, Ciencia y Sociedad (RELITEC'S), Año 3, No 3, septiembre 2016 - septiembre 2017, es una publicación anual editada por el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, a través de las divisiones de Ingeniería en Administración, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Gestión Empresarial y Arquitectura, Domicilio Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, CP 42411, tel. 7617248080, www.iteshu.edu.mx, iteshu@iteshu.edu.mx, editor responsable: Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, reserva de derechos al uso exclusivo No 04- 2017-103013373700 - 203, ISSN 2395-972X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Responsable de la última actualización de este número, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Domicilio Conocido S/N El Saucillo Huichapan, Hidalgo, CP 42411, Municipio de Huichapan, Estado de Hidalgo, fecha ultima de modificación, 30 de septiembre de 2017.

Las opiniones expresadas por las autoras y los autores no necesariamente reflejan la postura de quien edita la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

Consejo Editorial

Nombre	Cargo
MGPA. María Angélica Bravo Cadena	Presidenta del Consejo Editorial
MGPA. Justo Juan Manuel Martínez Licona	Secretario Académico
Ing. Jackelin Bautista Chávez	Secretaria Técnica
MTI. María del Rocío López Bravo	Secretaria Operativa
CP. Roberto González Vargas	Vocal
M. en C. Miguel Ángel Espíndola Lugo	Vocal

Comité Editorial

Nombre	Cargo
Dr. Juan Serrano Arellano	Jefe Editorial
Mtra. Elsa Nelly Flores Hernández	Coordinadora de asistente editorial
Arq. Zaira Betzabeth Trejo Torres	Asistente editorial
M.S.M. Daniel Napoleón Gómez Balbuena	Asistente editorial
Mtro. Jorge Alberto Mendoza Domínguez	Asistente editorial
M. en A. Angélica Guzmán Espinosa	Asistente editorial
Ing. Juan Carlos Rodríguez Uribe	Asistente editorial
M. en C. Miriam Edith Pérez Romero	Diseñadora y diagramadora de textos
LI. Saulo Gregorio Cristales Bonilla	Encargado de soporte técnico

ÍNDICE DE CONTENIDO.

Título	Página
Diagnóstico externo de la cultura organizacional del sector restauranero. Municipio de Huichapan.	6
Software de Divulgación de un Plan de Recuperación en Caso de Emergencia	12
Análisis de la Situación del Sector Hotelero en el municipio de Huichapan, Hidalgo	19
Análisis de Riesgos en las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre	28
Clima y compromiso organizacional en el sector textil en la Región de Tlaxcalilla	34
E-Training en el Área de Capacitación de Empresas en el Sector Industrial en México	39
Análisis para la optimización de celulosa a partir del reciclado de recipientes multicapa en la Región de Huichapan	45
Diseño, Construcción e Implementación de un Sistema de Secado de Aserrín	51
Diseño y desarrollo de refacciones mecánicas para máquinas Tricotosa, utilizando tecnología de impresión 3D	58
Administración de la cadena de valor mediante el control de inventarios	61
Deterioro ambiental causas efectos y acciones	66
Dimensionamiento Hidráulico y Estructural de una Obra de Toma para Riego Agrícola	74
Dinámica de crecimiento de raíces en cultivo de maíz con biofertilizantes y fertilización química	85
Efecto del estrés calórico en la producción avícola	89
Evapotranspiración del mezquite “prosopis sp” en el noroeste de Sonora, México.	96
Invernaderos sustentables para comunidades dispersas en la república mexicana	104
La lombricomposta una alternativa para la producción pecuaria sustentable	109
Producción orgánica de lechugas en un sistema de producción vertical.	120
Propuesta de movilidad sustentable urbana, caso de estudio	123

Diagnóstico externo de la cultura organizacional del sector restauranero. Municipio de Huichapan.

Beatriz Verenice Briseño Morán, Araceli Reyes Chávez, Jorge Alberto Mendoza Domínguez

Ingeniería en Administración

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan.

Huichapan, Hidalgo, México.

britzel1509@hotmail.com; reyesaraceli921@gmail.com

Resumen— La presente investigación hace énfasis en el devenir actual del sector restauranero del Municipio de Huichapan, Estado de Hidalgo. Para ello cabe resaltar que la palabra CULTURA fue conjuntada con la palabra ORGANIZACIÓN lo que derivó en una connotación de acuerdo a Ford y Heaton consideran que la cultura organizacional puede ser una ventaja competitiva cuando tiene valor para sus miembros, es única o no puede copiarse fácilmente. Además, si una organización tiene una cultura próspera, servirá para atraer tanto clientes como empleados. (Barney, 1986) El presente estudio se enmarca en una metodología documental y descriptiva para definir que es la cultura organizacional, como interviene en dicho sector y conocer la situación actual en la que se encuentra. (Bunge, 1999)

El sector restauranero se ve seriamente afectado por la estacionalidad, hecho que tiene importantes repercusiones en las políticas de precios, por el atractivo del destino, por las facilidades turísticas, los clientes que recibe, entre otros aspectos. (Davis, 1993)

Abstract— This research emphasizes the current evolution of the restaurant sector of the Municipality of Huichapan, state of Hidalgo, for it is worth noting that the word CULTURE was combined with the word ORGANIZATION which derives in a connotation according to Ford and Heaton, who consider that organizational culture can be a competitive advantage when it has value for its members, is unique or can't easily be copied. In addition, if an organization has a prosperous culture, it will serve to attract both clients and employees. (Barney, 1986)

The present study is in line with a documentary and descriptive methodology to define that it is the organizational culture, as it intervenes in this sector and knows the current situation in which they are. (Bunge, 1999)

The restaurant sector is seriously affected by the seasonality, a fact that has important repercussions on price policies, the attractiveness of the destination, the

tourist facilities the customers it receives among other aspects. (Davis, 1993)

Palabras clave — Calidad, Clientes, Comportamiento, Empleados y Servicio.

INTRODUCCIÓN

Huichapan está situado a los 22 grados 21' 37" de latitud norte, a los 99 grados 38' 58" de latitud sur del meridiano de Greenwich, elevándose a 1,102 metros de altura sobre el nivel del mar, tiene una extensión en km² de 668.1, Limita al Norte con el municipio de Tecozautla, al Sur con los municipios de Nopala y Chapatongo, al Este con el municipio de Alfajayucan y al Oeste con el estado de Querétaro. Por otra parte, las actividades económicas en la región son: Agricultura, Ganadería, Industria, Comercio y Turismo siendo esta última el objeto de estudio

El municipio ofrece la belleza de su iglesia y sus dos capillas que forman un gran atractivo visual destacando el templo de San Mateo, construido en el año de 1753 y 1763 con dos hermosas portadas de estilo barroco churrigueresco; en su interior se tienen dos retablos dedicados a Jesús y a la Virgen con un estilo barroco, también encontramos las capillas de Guadalupe registrando una fecha de finales del siglo XVIII y la tercera orden con un bello retablo barroco churrigueresco en su interior.

Destaca también la cruz monolítica en el atrio de la iglesia de San Mateo, así como la tranquilidad para admirar los arcos y pinturas rupestres y sus balnearios de aguas termales.

La Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados (CANIRAC), define a la industria restaurantera como el ente que engloba todas las actividades relacionadas con los alimentos preparados,



incluyendo la comida para llevar y las bebidas. Del mismo modo, asevera ser una industria donde, además de generar beneficio social, los empleados se capacitan y evolucionan educacionalmente para mejorar y asegurar una alimentación sana y nutriente.

En entrevista (05 de febrero, 2008), el maestro Roberto Quintero Vega, vicepresidente nacional de la afiliación de la CANIRAC, afirma que en México la industria restaurantera es una fuente importante de ingresos e inversiones. En una industria demandante de insumos en muchos otros sectores productivos debido a que es el último eslabón de la cadena productiva. La industria de los alimentos es el segmento más importante del sector del turismo, y por lo tanto, una industria con un gran potencial socioeconómico, turístico y cultural.

El desarrollo de la cultura organizacional permite a los integrantes de una empresa una cultura laboral abierta y humana, que alienta a la participación y conducta madura de todos los miembros de la organización, si las personas se comprometen y son responsables, se debe a que la cultura laboral se lo permite. Es una fortaleza que encamina a las organizaciones hacia la excelencia y hacia el éxito. (Allaire, 1992).

Es por ello que el presente estudio se enmarca en una metodología documental y descriptiva siendo el objeto de estudio el diagnóstico de la cultura organizacional del sector restaurantera del Municipio de Huichapan, Hidalgo, con el fin de proporcionar un servicio de alta calidad al turista.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descriptiva y Documental porque:

El tipo de investigación que se utilizará será descriptivo y documental ya que se basa en muestras, datos, resultados que proporcionan puntos de vista y aportaciones para la investigación en materia de la organización, el punto de vista informático es decir la herramienta a utilizar y la designación de pueblo mágico. Encuestas fueron realizadas marzo-julio 2016, de un total de 360 personas encuestadas que representan el 100%.

Para el desarrollo del marco teórico es importante sostener que la cultura es un concepto analizado y estudiado desde hace muchos años por los antropólogos culturales, que han desarrollado diversas teorías de variada complejidad. Algunas consideran la cultura como parte integrante del sistema sociocultural. Otros la ven como un sistema de ideas, mental y subconsciente (Allaire y Firsirotu, 1992, p. 5).

Estos estudios destacaron los aspectos de la cultura de una sociedad y sus efectos sobre el comportamiento, pero poco se ocuparon de las características culturales de las organizaciones.

A comienzos de los años ochenta, las diferencias de productividad entre el modelo de gestión empresarial norteamericano y el de la industria japonesa, despertó el interés por la cultura organizacional.

El liderazgo de Japón, en cuanto a calidad, y funcionalidad de sus productos, se atribuyó a las características de su cultura, lo que llevó a muchos investigadores a estudiarla como un activo estratégico relevante en el desempeño de las organizaciones. En 1973, William Ouchi (1982) comenzó a estudiar las prácticas directivas de las empresas japonesas, los principios propios de la cultura y las posibilidades de transferencia a las empresas norteamericanas.

Peters y Waterman (1982) realizaron una investigación en organizaciones calificadas como excelentes en un período completo de veinte años -1961 a 1980- y concluyeron en que no sólo los japoneses tenían una cultura original y que estas empresas se movilizaban alrededor de valores clave.

A partir de estos primeros estudios se incrementó el interés por el estudio de la cultura para entender mejor el comportamiento en las organizaciones y la posibilidad de efectuar intervenciones sobre la misma.

Recientemente, grandes éxitos y fracasos (por ejemplo, General Electric o Enron) han sido atribuidos a la cultura.

El tema comienza a instalarse en la agenda directiva en la década de los noventa, en la que

empieza a verse al cambio cultural como una oportunidad para agregar valor y establecer ventajas competitivas.

En la actualidad se percibe a las organizaciones como “pequeñas sociedades” con características culturales y con capacidad para crear valores y significados.

Desde esta perspectiva, el pensamiento descansa en la idea de que las organizaciones tienen una cultura.

La cultura es así una variable o un medio que podría ser administrado para mejorar el desempeño y el logro de los objetivos (Smircich, 1983).

La dirección de una organización puede entonces, formular una estrategia interna para aumentar la identificación y la cohesión de los integrantes alrededor de los valores escogidos como clave para la estrategia externa.

Una estrategia de socialización, adoctrinamiento o “culturización” de los integrantes, debe verse como parte de “la praxiología, que abarca todos los métodos para relacionar medios con fines” y realizar valores (Frischknecht, 1983, pp 289-306).

Si se trata de una variable, la cultura organizacional podría ser un “recurso” o medio para alcanzar objetivos.

Y si ese recurso agrega valor, es diferente en sus características a la cultura de otras organizaciones y no es fácilmente imitable por los competidores, puede convertirse en ventaja competitiva y en un “activo estratégico” que sustente el éxito (Barney, 1986).

De igual manera, una estrategia y su implementación a través de estructuras y sistemas, no alineada con el sistema cultural - creencias y valores- podría llevar a ineficiencias, un deterioro en el desempeño y la pérdida de eficacia en el logro de objetivos.

La consecuencia de estos pensamientos ha impulsado al management a crear técnicas destinadas a “cultivar” creencias, supuestos y

valores que puedan movilizar conductas alineadas con las estrategias organizacionales.

Para muchos la cultura organizacional ha pasado a ser la base del funcionamiento organizacional y una fuente invisible de energía.

El éxito de los proyectos de transformación depende del talento y de la aptitud de la dirección “para cambiar la cultura motriz de la empresa a tiempo y de acuerdo con las estrategias, las estructuras y los sistemas formales” (Allaire y Firsirotu, 1992, p. 163).

Pero como se verá más adelante, otros autores no son tan optimistas a la hora de cambiar los modelos mentales de los integrantes de una organización.

Las diferencias en el pensamiento se originan en distinta ponderación de las siguientes características de un sistema cultural:

- Sistema complejo que ejerce fuerte influencia sobre los comportamientos del grupo social.
- Construcción social -no legal- formada por las interconexiones y conexiones entre los miembros.
- Intangible, pero con propiedades comunicativas y formativas.
- Visible a través de las producciones culturales y conductas observables.
- Su percepción es subjetiva y depende de las conjeturas del observador.
- No es fácilmente medible.
- No siempre las creencias y valores son compartidos y aceptados por todos los miembros del grupo social.
- Establecer y cambiar un sistema cultural no es sencillo.

Origen de las pautas culturales

La cultura se desarrolla en cualquier comunidad de individuos que interactúan y se relacionan al percibir objetivos, intereses, creencias, valores, rutinas y necesidades compartidas.

Existen culturas en naciones, regiones, organizaciones, familias, comunidades religiosas, profesiones, sectores de negocios y muchos otros tipos de grupos sociales.

La antropología, como la más básica y comprensiva de todas las ciencias sociales, se ha ocupado de estudiar todos los aspectos del comportamiento social y se ha interesado como tema central en la cultura, como uno de los subsistemas de toda sociedad.

Las investigaciones antropológicas se han referido a cualquier tipo de grupo social, pero con propósitos principalmente descriptivos

La culturología, por su parte, se ha ocupado de estudios sociológicos, económicos, políticos e históricos de los sistemas culturales también con propósitos científicos. La administración, como disciplina, a diferencia de las ciencias mencionadas, estudia la cultura de las organizaciones con el propósito de diseñar “modelos de organización” para mejorar el desempeño, pero sobre la base de los conocimientos adquiridos en sus propias investigaciones y experiencias adquiridas.

Para algunos pensadores, la administración no es una ciencia, porque sus objetivos

-por ejemplo, en este campo- no son solamente entender y describir la realidad cultural, sino

“construir técnicas” destinadas a desarrollar o transformar en algún sentido las pautas culturales con propósitos utilitarios y no cognitivos.

Mientras los antropólogos buscan comprender y describir las culturas de los grupos sociales, la administración se propone diagnosticar la cultura organizacional para manejarla, cambiarla, reorientarla, mejorarla y hasta destruirla si es necesario, para lograr los objetivos y estrategias fijados por su dirección.

Esto no significa que sus métodos de estudio no sean tan científicos como los de otras técnicas de base científica como la ingeniería o la medicina (Bunge, 1999, p. 417).

Por tal razón la administración de la cultura deberá siempre fundarse en investigaciones científicas, para optimizar en algún aspecto su alineamiento con el desempeño deseado.

El sector restaurantero en materia de turismo

El turismo como industria y actividad juega un papel muy importante a la hora de hablar sobre empresas de hospedaje y restaurantero, es por eso que es necesario conocer la situación actual del turismo como un sector en un contexto

internacional y nacional, así como la importancia de la actividad turística en diferentes enfoques.

La situación actual del turismo marca tendencias que se relacionan directamente a las empresas de hospedaje, haciendo preciso reconocer los principales indicadores económicos que publican diferentes organismos como SECTUR (Secretaría de Turismo) en México y la OMT (Organización Mundial del Turismo) que permiten precisar en números el comportamiento del sector turístico.

Las tendencias enunciadas por organismos relacionados a la materia como los anteriormente mencionados, caracterizan la forma de hacer turismo de manera tal que las empresas turísticas como las de transporte, alojamiento, alimentación, entre otras, se ven afectadas por los indicadores que tratan sobre los motivos de viaje, nacionalidad de los turistas, el tipo de destino donde se ubican, la temporalidad, la competencia, por mencionar algunos.

De acuerdo con el Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT) y el Consejo de Promoción Turística de México, internacionalmente, la actividad turística contribuye con el 9.1% del PIB mundial (Producto Interno Bruto), además de aportar el 8.7% de los empleos de todo el mundo (254.9 millones de personas) y de toda la inversión que se realiza en el mundo se estima que el 4.9% corresponda al sector turístico¹.

En 2015, según el Ranking de los principales destinos del mundo de la OMT México se posiciona en el puesto número 10 por haber recibido 23.4 millones de turistas internacionales y en el puesto 23 por haber captado ingresos de 11.869 millones de dólares por dicho concepto.

El turismo por ser una de las actividades más afectadas en cambios sociales, económicos, políticos, culturales, etc. Los resultados obtenidos en las tendencias al año 2015 refieren que la actividad se encuentra en un proceso de recuperación confirmando la resistencia del sector a mediano y a largo plazo y ratifica que es un motor clave de crecimiento en un entorno económico cambiante.

Por otra parte, las crisis económicas han replanteado la forma de viajar, llevando una

tendencia de los viajeros a considerar destinos más cercanos, estancias más cortas, un consumo más cauteloso con su dinero “value for money”, uso de aplicaciones móviles para la planeación de viajes y modalidades de viaje que combinan negocios y placer “bleisure”. Los factores que afectan y seguirán afectando al sector turístico, son las condiciones económicas del mundo, los desastres naturales, terrorismo e inseguridad que impactan severamente la incidencia de viaje y los riesgos sanitarios que tienen impactos todavía más negativos que la amenaza terrorista.

El turismo en México representa el 8.6% del PIB nacional, genera más de 2 millones de empleos directos y es un impulsor de la inversión extranjera, ofreciendo oportunidades de desarrollo a nivel nacional, regional y local. Nuestro país cuenta con más de 17 mil hoteles y más de 651 mil cuartos de alojamiento de acuerdo con las últimas cifras de 2015 y al menos 20 mil restaurantes registrados ante la CANIRAC.

Existen 39 aeropuertos internacionales y nos ubicamos en la posición 43 del Ranking Mundial de Competitividad Turística del Foro Económico Mundial de 2015.

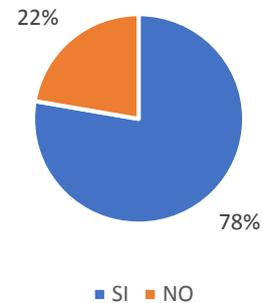
En el rubro del turismo doméstico, en 2011 llegaron 63.6 millones de turistas nacionales a los hoteles del país, por lo tanto, el mercado doméstico contribuye con más del 80% del consumo turístico en nuestro país. Es el principal motor para la gran mayoría de los destinos turísticos del país en aquellos que no cuentan con flujos internacionales importantes. El reto más importante para el turismo doméstico es desestacionalizar los flujos que se concentran principalmente en semana santa, verano y fin de año; el comportamiento de la actividad turística en México tiene relación con la actividad hotelera “destinos” que van del mes de enero a diciembre reportado por DataTur. Las plazas emisoras más importantes son Ciudad de México, Zona Metropolitana del Estado de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla y León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan las siguientes gráficas más representativas de la cultura organizacional externa en cuanto a calidad de servicio del sector

restaurantero del Municipio de Huichapan, Hidalgo.

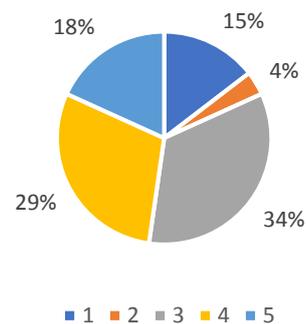
1. ¿Alguna persona lo recibió o le dio la bienvenida cuando llegó al restaurante?



Gráfica 1. Fuente: elaboración propia

De acuerdo al primer Item se observa que el 22% de las personas, no se les dio la bienvenida al llegar a los diferentes establecimientos, esto representa a 49 personas, de acuerdo con Philip Kotler señala en su libro Marketing 3.0 que los valores y la atención al cliente hacen que un negocio siga creciendo, por lo tanto, si un cliente recomienda el lugar, se puede obtener hasta otro cliente, pero si un cliente hace mención a la pésima atención, siete personas más creen esa misma información (Kotler, 1992).

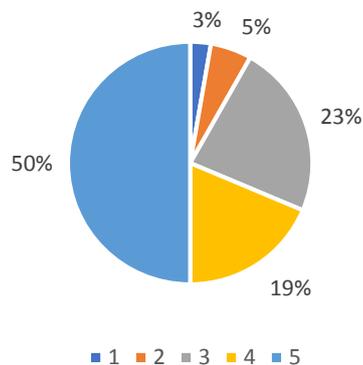
6. ¿En una escala del 1 al 5 como califica el servicio de este restaurante?



Gráfica 2. Fuente: elaboración

Los restaurantes de la región califican de regular a bueno de acuerdo a que el 64% de los encuestados refirieron esta situación, no obstante, el 18% de los encuestados refiere un servicio malo y muy malo de acuerdo a la métrica utilizada.

9. ¿Cómo califica el sabor de los platillos?

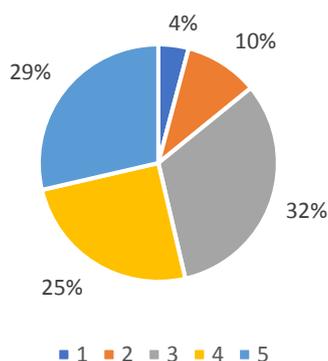


Gráfica 3. Fuente: elaboración

De acuerdo con la gráfica el 50% de los comensales, calificó como muy bien los platillos que se sirven en los restaurantes, el 19% los calificó como buenos y el 23% de regulares, entre otras cosas porque son alimentos que contienen niveles altos de carbohidratos.

Por otra parte solo el 8% calificó como malo y muy malo los platillos, debido principalmente a que se encontraron diversas anomalías en los platillos (cabello, pestañas, ciertos objetos como pedazos de fibra metálica, etc.)

11. ¿Cómo califica a este restaurante?



Gráfica 4. Fuente: elaboración

La percepción de un lugar es muy importante para los negocios que se dedican al servicio, y el sector restaurantero no es la excepción, es por ello que la gráfica concluyente indica que el 29% de los encuestados están muy satisfechos con los restaurantes, el 25% están satisfechos con el restaurante y el 32% califican como regular el

restaurante, sin embargo, el 14% refiere que los restaurantes califican como malo y pésimo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y correlacionando la construcción de un esquema de servicio propuesta por Zeithaml y Britner (2004) se observa que el mayor impacto reside en el servicio que se oferta, ya que los pasos que se deberían de seguir en la atención al cliente sería los siguientes:

1. Identificar el proceso que será esquematizado.
2. Identificar el cliente o segmento de clientes.
3. Mapa del proceso desde el punto de vista del cliente.
4. Mapa de las acciones del empleado de contacto en escena y tras bambalinas.
5. Vincular las actividades del cliente con las de la persona de contacto para las funciones de
6. apoyo necesitadas.
7. Añadir evidencia de servicio en cada paso de acción del cliente.

De los cuales solo se cumplen con el punto 3 y el punto 5 dejando de lado los demás pasos que son importantes para ofrecer un excelente servicio.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de nuestro asesor Jorge Alberto Mendoza Domínguez, quien dedico parte de su tiempo para ayudarnos a realizar esta investigación y por impulsar nuestro deseo de jóvenes investigadores.

REFERENCIAS

Allaire, Yvan y Firsirotu, Mihaela. "Teorías sobre la cultura organizacional" En Abravanel y otros "Cultura organizacional" Legis. Bogotá, 1992, pp. 3-37

Barney, J. "Organizacional culture can be a source of sustained competitive advantage" En Revista Academy of Management Review, 1986, Vol. 11 N° 3.

Bunge, Mario. Las ciencias sociales en discusión. Editorial Sudamericana. Buenos Aires, 1999.

Davis, Stanley. "Cultura corporativa y Estrategia, dos piezas que deben ir juntas", en Management y Gestión, Abril 1993. pp. 32-34

Kotler, J. y Heskett J. Corporate Culture and Performance. Nueva York, Free Press, 1992.

Software de Divulgación de un Plan de Recuperación en Caso de Emergencia

Jorge Alberto Mendoza Domínguez¹, Antonio Castelán Valdivia² Angelica Guzmán Espinosa³

Ingeniería en Administración¹²³, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan¹²³, El saucillo Dom.
Conocido, Mpio. de Huichapan, Hidalgo, México. jamendoza@iteshu.edu.mx

Resumen.- Con la aplicación un Plan de Recuperación en Caso de Emergencia (ERP por sus siglas en inglés) se mitigan las afectaciones que se producen con motivo de la ocurrencia de catástrofes, entre otras acciones, se realiza del monitoreo y vigilancia de los agentes perturbadores y la identificación de las zonas vulnerables, población y entorno.

Por otra parte los planes deberán funcionar de acorde a establecer el estado de alerta a la población de cualquier fenómeno natural y a su vez este sistema sea capaz de mitigar el impacto que se podría suscitar con un fenómeno natural en una región determinada de nuestro país.

Por lo anterior la presente investigación trajo como resultado el desarrollo de un software beta con una alineación de preguntas referentes a un ERP.

Abstract. - With the application an Emergency Recovery Plan (ERP) mitigates the affectations that appear during the occurrence of disasters, among other actions, the monitoring of disruptive agents and the identification of vulnerable areas, population and environment are watched by Civil Protection Personal.

On the other hand, the plans will have to work according to establishing the state of alert to the population of any natural phenomenon and in turn this system is able to mitigate the impact that could arise with a natural phenomenon in a specific region of our country.

Therefore, this research resulted in the development of a beta software with an alignment of questions concerning an ERP

I. INTRODUCCIÓN

El ERP se define como un plan de recuperación en caso de emergencia que conforma la base en la cual se implementa una serie de normas y medidas de seguridad a aplicar con la finalidad

de reducir la vulnerabilidad a que los mexicanos estamos expuestos.

Por lo que el objetivo principal del ERP, es conservar y proteger a la persona, a la empresa y a la sociedad, así como sus bienes, ante la presencia de un desastre provocado por un fenómeno perturbador de origen natural.

Integrando lo anterior, se puede decir que el objetivo de estos es salvaguardar la integridad física de las personas, así como de proteger las instalaciones, bienes e información vital, ante la ocurrencia de un riesgo, emergencia, siniestro o desastre.

Aunque parezca alarmante y de acuerdo a los sondeos internacionales, desde hace tres décadas, los daños a causa de los desastres producto de los fenómenos naturales y de la misma acción del hombre, se han incrementado en cerca de un 300 por ciento, provocando la muerte de miles de personas, la destrucción y el colapso de ingentes infraestructuras sociales como puentes, aulas, mercados, represas, entre otros, más todavía los efectos por emergencia que han dejado considerables daños psicológicos muchos son irreversibles en las familias damnificadas, con mayor incidencia en niños y madres, quienes vieron como en cuestión de segundos perdieron a sus seres queridos y todo aquello que los rodeaba [1]

El incremento abrupto de estos daños provocados, no por los desastres naturales que erráticamente se viene enarbolando desde todos los niveles sociales, sino por los fenómenos naturales que por la acción desmedida del hombre son propensos a causar emergencias o desastres [2]. Los distintos Estados han comenzado a trabajar en los temas de gestión de desastres apuntando dentro de ello a forjar una

cultura de prevención en la población, con atención especial al sector educación. En realidad, en el caso del riesgo y los desastres, aunque parezca un simple asunto de semántica quizás podría ser más adecuado, al referirse a la adopción colectiva de este tipo de actitud referirse a la “incorporación de la prevención en la cultura”, dado que lo que se intenta no es cambiar la cultura, sino que la actitud preventiva sea parte, desde todo punto de vista, de las costumbres y hábitos de la sociedad.

Cualquiera que sea la manera de referirse a este planteamiento es importante preguntarse no solamente ¿por qué se hace este énfasis?, pues es obvio que se está admitiendo que no ha existido una adecuada gestión del riesgo en la sociedad, sino también por qué es y ha sido tan difícil hacer prevención de desastres; es decir, ¿cuáles son los obstáculos que la limitan o que impiden que la comunidad tenga una actitud proactiva hacia ese objetivo?

Esta situación, a pesar del interés implícito de la sociedad en su seguridad, hace que sea necesario realizar esfuerzos más que notables para hacer tomar conciencia sobre los diferentes peligros e interiorizar una disposición preventiva que se manifieste explícitamente en las actividades de la sociedad. Los programas de información pública en relación con la gestión de riesgos exigen cuidadosas estrategias de divulgación y manejo de mensajes, debido a la no linealidad de la percepción de la comunidad.

No es extraño que, en el caso de campañas intensas o ambiciosas de información, el público reaccione negativamente por considerar innecesarias, alarmistas o exageradas las apreciaciones y recomendaciones de las instituciones. Hacer evidente el riesgo y lograr un cambio de actitud de la población es una tarea difícil y exige un cuidado especial.

Es muy común que las entidades relacionadas con la prevención de desastres y atención de emergencias tengan innumerables instrumentos de divulgación, que comúnmente se utilizan a la hora de evaluar su desempeño, pero que no llegan a cumplir su objetivo. Además en la mayoría de los casos se centran en el hecho, es decir en el desastre y no en la causa; pocas veces se hacen sondeos sobre el riesgo, para averiguar acerca de su cobertura, su recepción y entendimiento [3].

Nuevos enfoques de educación formal, capacitación e información pública son necesarios para que expliquen y permitan identificar la vulnerabilidad como causa del riesgo y por lo tanto del desastre. Es necesario que las personas tomen conciencia que el riesgo es posible intervenirlo o modificarlo al reducir las condiciones de vulnerabilidad y comprender que los fenómenos de la naturaleza son amenazas en la medida en que los asentamientos humanos son vulnerables.

II. METODOLOGÍA

El presente estudio se diseña y se realiza en dos etapas:

1). Descriptiva: la cual permite caracterizar, reportar y analizar los datos que arrojaron los documentos, leyes e informes encontrados.

2). Interpretativa: porque nos permite comprender como los grupos sociales de diferentes lugares construyen sus representaciones sociales a partir de sus propias necesidades de supervivencia, de las oportunidades personales, económicas y políticas.

III. MARCO LEGAL

El 12 de agosto de 1949 nace la Protección Civil en el Protocolo adicional al Tratado de Ginebra. (La protección civil es el sistema por el que cada país proporciona la protección y la asistencia para todos ante cualquier tipo de accidente o catástrofe, así como la salvaguarda de los bienes y del medio ambiente).

Años después en México, posteriormente a los sismos del 1985, se crea la Comisión Nacional de Reconstrucción que tiene como objetivo la atención de los daños ocasionados por los sismos; en el mes de abril se expide el decreto: "Bases para el Establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil, siendo el órgano rector la Secretaría de Gobernación, a través de la Subsecretaría de Prevención y Readaptación Social.

Siguiendo el tema de protección civil, es necesario saber, lo que este órgano hace para reducir los riesgos por desastres naturales.

La protección Civil se encarga de:

1. Servicio de alarma
2. Evacuación
3. Habilitación y organización de refugios
4. Aplicación de medidas de oscurecimiento
5. Salvamento
6. Servicios sanitarios, incluidos los de primeros auxilios, y asistencia religiosa
7. Lucha contra incendios
8. Detección y señalamiento de zonas peligrosas
9. Descontaminación y medidas similares de protección
10. Provisión de alojamiento y abastecimientos de urgencia
11. Ayuda en caso de urgencia para el restablecimiento y el mantenimiento del orden en zonas damnificadas.

IV. PLAN DE RECUPERACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA (ERP)

El desarrollo de las diferentes actividades humanas, cualquiera que éstas sean están sujetas a amenazas de tipo antrópico o natural, que cuando se presentan como un hecho real sus resultados se reflejan en víctimas.

Se conoce como instinto de conservación a los diferentes tipos de respuesta ante las amenazas, siendo uno de los más típicos la huida del sitio de peligro. Es claro que no basta con poseer dicho instinto, ya que aún en los casos de huir se debe saber para donde.

El comportamiento humano ante las emergencias, representa una condición variable muchas veces imprevisibles, influido entre otros aspectos, por la personalidad, educación, experiencia, reacción de las otras personas ante el siniestro y el nivel de entrenamiento que se tenga para enfrentar los riesgos. Es claro entonces, que buscar un mecanismo mediante el cual logremos canalizar los diferentes comportamientos, representará, en el evento de un siniestro un factor positivo para el enfrentamiento del mismo [5].

Por lo anterior, Sistema de Protección Civil ha visto la necesidad de aplicar planes encaminados a adoptar actitudes positivas ante los diferentes siniestros, para que el evento en caso de presentarse, las posibilidades de éxito para salvaguardar la integridad de las personas aumenten.

A. Definición del Plan de Recuperación en caso de Emergencias (ERP)

Un ERP (Plan de Respuesta a Emergencias por sus siglas en inglés) es un plan que tiene como objetivo principal el establecer procedimientos organizados que permitan responder rápida y efectivamente ante emergencias.

El Plan de Respuesta a Emergencias (ERP) parte de un proceso de contingencia ya que dentro de una contingencia siempre suceden hechos inesperados de diferente magnitud de gravedad, estos deben ser controlados con mayor rapidez ya que pueden causar daños severos.

B. Beneficio de Contar con un ERP

Entre los principales beneficios de contar con un ERP están:

1. Permiten responder rápida y efectivamente ante cualquier emergencia
2. Mitigan los efectos y daños causados por el hombre o por desastres naturales
3. Preparan medidas necesarias para salvaguardar la vida y evitar daños colaterales
4. Responden antes, durante y después de las emergencias
5. Establecen un plan para la recuperación de los daños causados un el menor tiempo posible.

C. Importancia de un ERP

La importancia del ERP se basa a que está orientado básicamente a proteger y poner a salvo a la población en general, en situaciones de emergencia. El plan puede ser de tipo genérico o específico, debe revisarse los procedimientos, los participantes, los recursos disponibles y en sí mismo el plan, periódicamente.

Los aspectos que puede contemplar un plan de respuesta a emergencias son los siguientes:

- ▣ Personal.
- ▣ Capacitación.
- ▣ Comunicación.
- ▣ Área de aislamiento y refugios.
- ▣ Evacuación de la población.

■Rutas de evacuación.

■Descontaminación.

■Equipo.

■Atención médica

Mientras que las tareas a efectuar en la emergencia se encuentran las siguientes:

■Dirigir y controlar las operaciones antes, durante y después de la emergencia.

■Coordinar trabajos y mantener comunicación con entidades gubernamentales de seguridad y emergencia y con la comunidad

■Facilitar la intervención de las entidades gubernamentales de seguridad y emergencia.

■Recibir y analizar los informes de daños para coordinar las acciones necesarias.

■Facilitar el restablecimiento de las labores y los servicios a la brevedad.

D. Aplicación del Plan de Recuperación en caso de Emergencias (ERP)

Antes de aplicar un ERP es necesario identificar la etapa del ciclo de vida en que se encuentran las emergencias, en manera general estas etapas incluyen:

Incubación: Se refiere a la interacción de diferentes factores que contribuyen a la posibilidad de que suceda un incidente; la incubación cubre el lapso previo a la manifestación u ocurrencia del incidente.

Manifestación: Se refiere a las señales o indicios de una liberación de sustancias; incluye también a los accidentes que aun sin presentar una liberación de sustancias, existe la posibilidad de que ésta suceda debido a las condiciones finales del recipiente.

Detección: Identificación de la presencia de un material peligroso en el ambiente o la posibilidad de que suceda una liberación dado que ha sucedido un accidente y la integridad del recipiente ha sido vulnerada.

Confirmación: Revisión de la integridad del recipiente, y confirmación de la liberación o posibilidad de fuga.

Aviso: Notificación a las autoridades u organismos encargados de la atención de emergencias de que ha sucedido un accidente y existe la liberación de alguna sustancia o puede presentarse dicha liberación.

Activación del sistema: Recepción del aviso o notificación al organismo encargado de la atención de emergencias de que ha sucedido un accidente, se activa el sistema de atención e inician las acciones de respuesta.

Activación de recursos: De acuerdo al tipo de incidente se asignan los recursos necesarios para su atención y de ser necesario se solicitan recursos adicionales.

Movilización de recursos: Los recursos humanos y materiales se desplazan al lugar del incidente.

Llegada al sitio del incidente: Se desarrolla la evaluación del incidente, ubicación del centro de comando, determinación de la zona de aislamiento, ubicación de recursos, planeación de la respuesta específica, identificación de materiales involucrados en el incidente, asignación de niveles de protección para las brigadas de intervención.

Control de la emergencia: Incluye las acciones de contención de la liberación, confinamiento de derrames, control de acceso a las zonas y reducción de niveles de peligro, entre otras.

Control ambiental: Se establece el muestreo ambiental del sitio, determinación del comportamiento inmediato y futuro de los materiales peligrosos liberados, evaluación de los efectos del material peligroso al agua subterránea y cuerpos de agua superficiales, estimación de la concentración de contaminantes en el aire, aislamiento de los materiales en el sitio para evitar su dispersión (líquidos y sólidos) hacia áreas no contaminadas y reducción de emisiones a la atmósfera.

Recuperación del nivel operativo: Detención de la fuga, disminución de concentraciones de vapores o gases inflamables o tóxicos a niveles no peligrosos, trasvase de materiales a una

unidad no dañada, recuperación de materiales derramados, etcétera. [6]

E. Manejo de la Emergencia

Así después de identificar la emergencia se procede a darle un manejo el cual puede dividirse en 4 etapas principales:

1. Prevención: Los programas de prevención están destinados a prevenir o mitigar los efectos de una emergencia, e incluyen medidas tales como: desarrollo de estándares o normas para la construcción, operación y mantenimiento de equipo e instalaciones.
2. Preparación: Los programas de preparación están diseñados para que los individuos y los participantes (autoridades, voluntarios, etc.) estén preparados para reaccionar efectivamente una vez que la emergencia ha ocurrido, e incluyen medidas como: planes de emergencia, convenios de ayuda mutua, inventario de recursos, procedimientos de aviso o advertencia, ejercicios de capacitación, sistema de comunicación de emergencias, etcétera.
3. Respuesta: Los programas de respuesta están diseñados para combatir emergencias cuando éstas han ocurrido, e incluye medidas como: establecimiento del centro de operación, movilización de recursos, provisiones para los servicios de asistencia médica y social, procedimiento para la declaración de emergencia, etcétera.
4. Recuperación: Los programas de recuperación están diseñados para ayudar a restaurar el ambiente y/o el sitio del incidente y áreas afectadas, a las condiciones previas a la emergencia, e incluyen medidas como: restauración y reconstrucción física, alojamiento temporal, información sobre seguridad e higiene, etcétera.

Finalmente, las acciones necesarias para aplicar un Plan de Recuperación en caso de Emergencias (ERP) se definen de acuerdo a la etapa de la emergencia, ya sea antes, durante o después de esta [7].

Antes de que ocurra la emergencia:

1. Se debe de asegurar que el comité de emergencias esté debidamente constituido
2. Comité de emergencias
 - a. Se asegurará que los sistemas de comunicación, aviso y alarmas estén disponibles y funcionando en todo momento.
 - b. Establecerá comunicación con las entidades de apoyo externo
 - c. Ordenará una inspección de las áreas físicas para determinar cuáles son susceptibles a inundaciones.
 - d. Ordenará, por lo menos dos veces al año los servicios de drenaje y desagüe. También se verificará que los sistemas de alcantarillados estén libres de escombros, basura y desperdicios.
 - e. Actualizar guía anualmente

Durante la emergencia

1. Coordinador de emergencias
 - a. Activará este plan cuando lo considere necesario y al comité de emergencias
 - b. Informará a la comunidad sobre la magnitud de la emergencia y el curso de acción que se seguirá
 - c. Impartirá instrucciones al grupo Operacional, según sea necesario
2. Se deberá guardar en un lugar seguro el material o equipo que pueda deteriorarse
3. Cerrar todas las válvulas de servicios como: gas, agua y fuentes que no sean imprescindibles.

Después de la emergencia

1. Comité de emergencias
 - a. Coordinará las labores de limpieza y desinfección para el control de plagas o epidemias en las áreas afectadas por la inundación.

- b. Evaluará las áreas en donde se pueden reanudar labores.
- c. Coordinar una inspección para determinar las mejoras que se pueden realizar en los sistemas de drenaje y estructuras con el fin de prevenir emergencias futuras
- d. Coordinar labores de restauración de áreas afectadas por la inundación
- e. Se realizará un inventario de todo el equipo y materiales para determinar el estado y funcionamiento de los mismos. [8]
- f. Se inspeccionará el área para conocer si existe un riesgo o peligro para las personas.

V. DISEÑO DE UN SOFTWARE BETA DE ERP

La finalidad de este software es dar a conocer a, sus orígenes, principios, estructura y modo de operación, delimitándonos exclusivamente a un test de plan de recuperación en caso de emergencia.

Con base a ello, se determina la finalidad de este software cuyo propósito es: Elaborar un sistema multimedia con página web y CD-ROM para su distribución, difusión y comunicación.

Por lo antes mencionado se propone un sistema diseñado con los siguientes requisitos:

- El sistema debe utilizar recursos multimedia e interactivos.
- El sistema debe contener elementos animados atractivos para su fácil captación.
- El sistema debe ser apto y cumplir con lo necesario para publicarse por Internet o por DVD.
- El software mostrará una serie de preguntas y respuestas que ayudarán a comprender lo que es realmente un proceso de contingencia.

Con el objetivo de persuadir en la población un interés en el ERP, se desarrollará un sistema de software que utilice los medios digitales que ofrece una computadora, además de las

herramientas de información y publicación masiva (Internet, CD-ROM y DVD-ROM).

Serán presentados al usuario en formato de página web y/o interfaz gráfica por medio de aplicación ejecutable para computadoras compatibles con formato IBM.

A. Diseño del Sistema

El software estará diseñado con base a los siguientes programas informáticos que lo integran:

■ Documentación: Se llevará a cabo con la herramienta de edición de texto “Microsoft Word 2010”.

■ Diagramas de Gantt: La herramienta especializada para documentar los tiempos de proyectos a utilizar será “Microsoft Project 2010”

■ Cálculo de presupuestos: Se utilizará la hoja de cálculo “Microsoft Excel 2010” para hacer los cálculos y sumas del presupuesto, así como sus totales.

■ Diagramación de casos de usos: La herramienta “Microsoft Visio 2007” tiene los recursos para hacer diagramas de caso de uso.

■ Especificaciones de casos de uso: La redacción de cada caso de uso se generará con “Microsoft Word 2010”.

■ Programación del sistema: Debido a la naturaleza de la información contenida en el sistema se utilizarán las Herramientas “Macromedia Flash MX” y “Macromedia Dreamweaver”.

VI. CONCLUSIONES

La humanidad desde sus orígenes siempre ha estado expuesto a la naturaleza, las bondades que ella brinda y de la fuerza que posee, por lo cual el hombre siempre ha procurado protegerse de ella.

Hoy en día nos seguimos encontrando en la misma posición, expuestos a desastres naturales de cualquier índole, pero nuestra ventaja es la tecnología con la que contamos, los medios de comunicación y herramientas sociales que nos ayudan a protegernos como sociedad.

Por lo tanto para alcanzar el máximo beneficio del ERP es imperativo asegurarse de que los afectados por el desastre poseen la información, los conocimientos y el claro entendimiento que son precisos para mitigar el impacto de un fenómeno natural. También es de vital importancia que los planes de recuperación en caso de emergencia, brinde una pronta respuesta a cualquier tipo de emergencia a la cual estamos expuestos ya sea de provocado por el hombre, por nuestro planeta o incluso por factores externos a la tierra.

El contar con los recursos y esfuerzos conjuntos dentro de una sociedad para hacer frente a las eventualidades, le otorga a la propia sociedad un valor agregado, una sociedad con un factor de seguridad y bienestar elevado.

Finalmente este trabajo pretende la descripción de la implementación y ejecución clara y precisa para salvaguardar la vida humana y en consecuencia los bienes de una sociedad.

RECONOCIMIENTOS

Infinitamente la ayuda proporcionada por el Maestro Raúl Junior Sandoval Gómez y el Doctor Pedro Guevara López, quienes resolvieron mis dudas e inquietudes a lo largo de la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] J. H. Lugo, Desastres Naturales en América Latina, Ed. FCE, México, 2002.
- [2] V. D. Rodríguez "El desafío de la planeación para prevenir desastres naturales" Revista ciudades, Vol. 2, pp 52. Dic. 2001.
- [3] R. L. Rabin, Dealing with disasters: some thoughts on the adequacy of the legal systems, Stanford Review, Vol. 30, pp 281-298. Jan. 1978.
- [4] SINAPROC, Guía para la implementación del programa interno de Protección civil. 2010.
- [5] C. L. García, R. J. Quezada, Identificación de Riesgos, Ed. IPN CIECAS, México 2004.
- [6] S. Garza, Los Desastres en México. Ed. UNAM-Universidad Iberoamericana. México, 2001.
- [7] Z. G. Lovón, Desastres naturales y sociedad en América Latina, Ed. Grupo Editor Latinoamericano, Argentina, 1988
- [8] D. S. Miletí, Psicología Social de las Alertas Públicas Efectivas de Desastres, Especial: Predicciones, Pronósticos,

Análisis de la Situación del Sector Hotelero en el municipio de Huichapan, Hidalgo

Elsa Nelly Flores Hernández¹, Rocio Chávez Ramírez², Silvia Anahi Landaverde Ibarra³, Jacqueline Ramírez Hernández⁴

División de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.
enflores@iteshu.edu.mx, chio_2702@outlook.com, silvia_anahi96@outlook.com, jrh-2196@hotmail.com

Resumen— La presente investigación de tipo descriptivo-analítica, con un diseño de campo transversal, se llevó a cabo en el sector hotelero del municipio de Huichapan, estado de Hidalgo. El objetivo fue realizar el diagnóstico de la industria hotelera, mediante el análisis de la situación de factores externos e internos; con el propósito de identificar áreas de oportunidad que pueden contribuir al mejoramiento del sector. Para realizar el diagnóstico de la situación de la industria hotelera se realizó a través de fuentes de información documental y estudio de campo. El instrumento utilizado para recolectar información fue un cuestionario diseñado con orientación en la herramienta propuesta por la Secretaría de Turismo (SECTUR) y el Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR), diseñado en 5 grupos con 50 variables estructuradas que responden al cumplimiento en: entorno y recepción, habitación, alimentos y bebidas, instalaciones y mantenimiento e integridad del servicio los cuales se aplicaron a la muestra de estudio. Se utilizó un análisis de frecuencias y promedios para evaluar los resultados. Los resultados revelan la situación real que presenta el sector, identificando los factores que afectan el desempeño.

Abstract— The present descriptive-analytical research, with a transversal field design, was carried out in the hotel sector of the municipality of Huichapan, Hidalgo state. The objective was to carry out the diagnosis of the hotel industry, by analyzing the situation of external and internal factors; With the purpose of identifying areas of opportunity that can contribute to the improvement of the sector. In order to diagnose the situation of the hotel industry, it was carried out through sources of documentary information and field study. The instrument used to collect information was a questionnaire designed with guidance in the tool proposed by the Ministry of Tourism (SECTUR) and the Center for Advanced Studies in Tourism (CESTUR), designed in 5 groups with 50 structured variables that respond to compliance in: Environment and reception, room, food and beverage, facilities and maintenance and integrity of the service which were applied to the study sample. An analysis of frequencies and averages was used to evaluate the results. The results reveal the real situation that the sector presents, identifying the factors that affect performance.

Palabras clave — Desempeño, diagnóstico, hotel, turismo.

I. INTRODUCCIÓN

En el actual contexto internacional, el turismo ha experimentado grandes cambios y ha adquirido una enorme importancia. Por el lado de la oferta turística, cada día más países, sobre todo economías emergentes, se han insertado a los mercados internacionales como potenciales competidores y por el lado de la demanda, los patrones de consumo han experimentado grandes transformaciones. A ello hay que añadir, que cada día se reconocen más las bondades económicas del turismo, como generador de divisas y de empleos por su efecto multiplicador sobre la economía y por coadyuvar en el desarrollo regional.

Muestra de lo anterior, es que de enero a marzo de 2016, la ocupación hotelera promedio en los 70 principales destinos turísticos de México alcanzó 59.42 por ciento (SECTUR, s.f.), el aumento de turistas nacionales e internacionales está basado en el crecimiento de la economía, más una mejora en percepción de seguridad y mejora en los servicios turísticos.

En este sentido, México desde hace varias décadas ha reconocido al turismo como una pieza clave y estratégica en el desarrollo económico del país. Así, la mayor integración mundial, aunada a la riqueza cultural y natural de México, lo posiciona en una situación de enorme potencial en el ámbito turístico internacional.

Ante ello, la Secretaría de Turismo, a través del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica en Turismo CONACYT-SECTUR publicó en marzo de 2011 un nuevo Sistema de Clasificación Hotelera Mexicano (SCH) y así dotar al sector de una herramienta de medición



sólida que permita no solo conocer la capacidad y ocupación de los establecimientos de hospedaje, sino también las cualidades del mismo (SECTUR, CONACYT, CESTUR, & Factor Delta).

En torno a lo anterior, el propósito de dichas instancias, es orientar a la toma de decisiones y guiar a los empresarios y personal a establecer sus objetivos, metas y acciones en un plan estratégico, generando confianza y una estancia placentera en los servicios de alojamiento.

Como señala Kaplany Norton, en su libro *The Execution Premium*, integrando la estrategia y las operaciones para lograr ventajas competitivas, es imprescindible contar con el análisis de la situación para realizar el diagnóstico y con ello seleccionar la estrategia que guíe a los directivos y al personal clave de la empresa en la dirección correcta para alcanzar los objetivos de mediano y largo plazo, ya que es el eje central mediante el cual se armonizan las actividades del día a día en las diferentes dependencias con que cuenta la organización (Kaplan & Norton, 2008).

El análisis de la situación se refiere al análisis de datos, pasados presentes y futuros que proporciona una base para seguir el proceso del plan estratégico (Steiner, 2014).

Es importante señalar, que dada la relevancia del sector turístico en nuestro país como fuente principal generadora de divisas, el sector hotelero enfrenta una serie de retos y desafíos ante la carencia de aspectos básicos como la normalización de categorías, la estandarización de servicios, el cumplimiento con disposiciones oficiales, además de que enfrentan una amenaza competitiva ante los efectos de la globalización en el sector.

De manera particular el sector hotelero en el municipio de Huichapan, Hidalgo no escapa a los desafíos ya mencionados, incluso los retos que enfrenta son aún mayor dadas las características que tiene este sector en la industria hotelera de la localidad, al estar conformadas por empresas de índole familiar y de conocimientos empíricos, con las consecuencias económicas, administrativas y competitivas que esto representa.

En un estudio realizado en el estado de Hidalgo con empresas micro, pequeñas y medianas del sector comercial y de servicios, se concluyó que ninguna de las empresas analizadas cuenta con un plan estratégico. También se observaron que las empresas carecen de una estructura organizacional pertinente y su nivel de reinversión es mínimo (Hernández & Mendoza). Los autores relacionan estas características con un problema mayor de cultura organizacional y anticipan los estragos de una transmisión generacional improvisada.

Por lo anterior, esta investigación tiene el propósito de realizar el diagnóstico del sector hotelero del municipio de Huichapan, Hidalgo; mediante el análisis de la situación de factores externos e internos; con el objetivo de identificar áreas de oportunidad que pueden contribuir al mejoramiento del sector.

La pregunta e hipótesis de investigación planteadas para realizar este estudio se detallan a continuación:

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las áreas de oportunidad que pueden contribuir al mejoramiento del sector hotelero?

Hipótesis general

H₁ El sector hotelero cuenta con herramientas administrativas que orientan la toma de decisiones para establecer objetivos, metas y acciones; generando confianza y una estancia placentera en los servicios de alojamiento.

II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación tiene como eje de estudio el análisis del sector hotelero, en consecuencia, es relevante definir el concepto de hotel y sus principales características:

Hotel es una institución de carácter público, que ofrece al viajero alojamiento, alimentos y bebidas, así como entretenimiento, la cual opera con la finalidad de obtener utilidad. De acuerdo a la Organización de turismo de Libano (2000). Es un establecimiento comercial que ofrece habitaciones o suites por día, semana, mes pero no constituye una residencia permanente para los huéspedes, este provee servicios de acuerdo a su

categoría, servicio de comida y bebida (De la Torre, 2007).

En México, durante los últimos 30 años se han realizado una serie de estudios tendientes a incorporar la clasificación hotelera al Sistema Nacional de Turismo; a partir de diferentes experiencias se propuso en marzo de 2011 un sistema de clasificación hotelera en México (SCH); esta tarea es de gran magnitud ya que el sector hotelero es uno de los más grandes e importantes en nuestro país, tanto en su aportación al producto interno bruto como por la generación de empleos.

Una característica innovadora del sistema de clasificación hotelero en México es que reconoce e incentiva la vocación del hotel y el desarrollo de propuestas de valor especializadas en hotelería. A continuación, se da una breve explicación de cada una de las vocaciones que integra el sistema de clasificación hotelero en México:

- a) Hotel de Ciudad: Se encuentran habitualmente en zonas con alta densidad de establecimientos comerciales y productivos, oficinas, terminales de transporte o espacios conectivos privilegiados. La gran diversidad de generadores de tránsito y motivos de viaje que provocan visitas a la ciudad han generado el desarrollo de una oferta balanceada y multipropósito presente en estos establecimientos.
- b) Eventos y Convenciones: Los hoteles cuentan con salones y espacios que se adaptan, uniéndose o separándose, para dar cabida a uno o varios eventos simultáneos, diurnos o nocturnos, de negocios o sociales, con recintos adecuados para cubrir de manera correcta las diversas necesidades de huéspedes y visitantes que se reúnen o realizan eventos sociales. Estos hoteles generalmente cuentan con servicio de banquetes apropiado a los espacios disponibles, así como con el equipamiento y materiales de apoyo necesarios para cubrir los requerimientos de los convencionistas. El hospedaje, por supuesto, es un servicio importante, y que también se ofrece de manera independiente

al de los eventos. Sin embargo, gran parte de la ocupación, actividades e ingresos de estos hoteles están ligados con los festejos y convenciones.

- c) Boutique: Estos hoteles cuentan con pocas habitaciones, idealmente menos de 30, y en muchas ocasiones las características de espacio y decoración distinguen claramente a cada una de ellas. Los hoteles boutique van orientados al turismo de esparcimiento; ofrecen un servicio personalizado que en muchas ocasiones incluye servicio de masajes y SPA. La arquitectura, decoración y mobiliario generalmente dan una personalidad distintiva al lugar.
- d) Cama y Desayuno: Están dirigidos a turistas que generalmente no buscan permanecer en el hotel a lo largo del día, pues su prioridad es visitar la ciudad, el pueblo o la región donde está asentado el establecimiento. Por esta razón su ubicación es importante, ya sea céntrica o próxima a espacios conectivos o vías de transporte. En México, están dirigidos primordialmente a amantes del turismo cultural, que buscan un lugar donde dormir y desayunar y para salir a recorrer los sitios aledaños al inmueble.
- e) Express: Los huéspedes son personas cuyo motivo principal de viaje es el de empresa y negocios. Estos turistas acuden a trabajar a lugares fuera de su residencia habitual y necesitan un espacio apropiado a su rol laboral para pasar la noche. Estos establecimientos cuentan solo con servicio de desayunos, siendo éste el único alimento completo que ofrecen. Es común que ofrezcan transportación gratuita a las terminales de transporte y centros de negocios.
- f) Negocios: Son hoteles dirigidos a personas que se trasladan de su lugar de origen para colaborar por tiempo determinado en un espacio común. Sin importar su formalidad o informalidad, cuentan con espacios y equipamiento para realizar reuniones de trabajo y eventos, cuentan también con servicios de alimentos que permite tener propuestas de valor mejor integradas para eventos de negocios.

- g) Playa/Vacacionales: La vocación de estos hoteles es atender a turistas en su tiempo libre y recreación, ya sea de manera personal, en pareja o en familia. Se ubican en playas, balnearios, centros recreativos, o bien cuentan con los espacios y equipamiento propios para ser atractivos turísticos por sí mismos. Ofrecen actividades deportivas y recreativas. En este grupo también están incluidos los hoteles de grandes dimensiones y los que cuentan con todos los servicios incluidos.
- h) Centro de Ciudad: Se distinguen por su ubicación en los distritos históricos de las ciudades, alrededor de plazas y jardines centrales. En muchos casos los inmuebles donde están establecidos forman parte de cascos coloniales con cientos de años de antigüedad. Algunos hoteles de este tipo están catalogados y protegidos por autoridades dedicadas a conservar el patrimonio cultural, como el INAH. Lo anterior restringe la posibilidad de hacer modificaciones y cambios en los edificios e inclina el desarrollo de la vocación del hotel hacia aspectos culturales y de servicio.
- i) Hacienda: Estos hoteles de gran extensión se encuentran en sitios originalmente aislados o retirados de las ciudades. En algún momento los inmuebles fueron minas, fincas u otro tipo de centros de trabajo y ahora han sido remodelados, incorporándoseles extensas áreas verdes y espacios para la recreación y actividades al aire libre, sin perder su esencia histórica.
- j) Reserva: Los establecimientos de este tipo se encuentran enclavados en parajes naturales. En muchos casos cuentan con mecanismos para cuidar el entorno, como paneles para utilización de energía solar, plantas de tratamiento de agua y sistemas para generación de composta. Los turistas de estos establecimientos buscan el contacto directo con la naturaleza, el acceso a paisajes en reservas de la biósfera y desarrollar actividades deportivas y recreativas en un entorno natural. Algunos se encuentran en lugares protegidos por autoridades dedicadas a la conservación del

medio ambiente, como PROFEPA o SEMARNAT.

- k) Carretera: Lo que caracteriza a los hoteles de carretera es su ubicación, próxima a una vía terrestre primaria. Son hoteles que el turista busca para descansar por la noche y retomar su camino al día siguiente, más esto no implica que se asemejen a los de corta estancia, pues el turista en muchas ocasiones viaja con su familia y busca un lugar seguro. En estos hoteles lo más importante es el confort y el descanso.

En la industria de hotelería se pueden encontrar varias clasificaciones. La calidad de los servicios que los hoteles ofrecen al público, se clasifican mediante tres sistemas diferentes, esto es:

- Sistemas de vocablos descriptivos, considerando al hotel de lujo como al de óptima categoría, le siguen en orden descendente, superior de primera, ordinario de primera, superior de turista, y ordinario de turismo.
- Sistema de clave de letras. La categoría óptima es AA, siguiéndole en orden descendente A, B, C y D.
- Sistema de estrellas. La categoría óptima es de cinco estrellas descendentes hasta una estrella (véase tabla I).

TABLA I
Sistema de clasificación hotelera

Núm.	Vocablos descriptivos.	Clave de letras.	Estrellas
1	De lujo.	AA	*****
2	Superior de primera.	A	****
3	Ordinario de Primera.	B	***
4	Superior de turista.	C	**
5	Ordinario de turista.	D	*

Fuente: DataTur de la Secretaría de Turismo.

La clasificación anterior se suma a un nuevo sistema que se estructura en cinco grupos que responde a la infraestructura y servicios a los establecimientos de hospedaje (SECTUR; CONACYT; CESTUR; Delta, Factor, 2015) estos son:

- Entorno y recepción
- Habitación

- Alimentos y bebidas
- Instalaciones y mantenimiento de las mismas
- Atención en el servicio

Una de las características principales de las unidades económicas de estudio, es que en su totalidad pertenecen al género de las llamadas empresas familiares, razón por la cual es indispensable delimitar este concepto.

Actualmente en México, la noción de empresa familiar carece de consenso, a pesar de la preferencia de algunos investigadores por retomar modelos ya establecidos; sin embargo, se presenta la controversia de que su concepción puede ser tan diversa como autores traten de ella; reconocen que esta heterogeneidad se relaciona con la dificultad para fijar los límites de sus fronteras relacionadas con el lazo familiar, el nivel de control y el tiempo de posesión de la empresa (Soto Maciel, 2013).

A continuación, se conceptualiza diferentes posturas de teóricos reconocidos en la materia, con respecto a la conceptualización de empresa familiar (véase tabla II).

TABLA II
Concentrado de conceptos de empresa familiar

Autor	Concepto
Esparza (2009)	Empresa donde mas del 50% del capital es propiedad de la familia o grupo familiar, los puestos gerenciales o de dirección son ocupados al menos por un representante de esa familia y existe continuidad en el negocio.
Flores (2010)	Empresa que se identifica con al menos dos generaciones de la familia y donde ese vínculo lleva a una influencia de la compañía de los intereses y objetivos de la familia.
Ramírez y Fonseca (2010)	Organización donde la familia posee todas las partes y los miembros familiares ocupan posiciones gerenciales y donde miembros de varias generaciones se encuentran involucrados en el negocio.

Fuente: *Elaboración propia*

De las conceptualizaciones anteriores se aprecian elementos en común, como son: la propiedad, el poder y la preocupación por compartir una visión organizacional y prolongar su posesión a través de generaciones subsecuentes. Estos elementos permiten considerar que si bien no existe un concepto de empresa familiar universalmente aceptado, sin embargo, se observan elementos que la caracterizan.

Es común escuchar que las características del contexto actual, demandan organizaciones competitivas y en la presente investigación es un

tópico de relevancia, por lo cual es importante reconocer que la competitividad tiene incidencias en la forma de planear y desarrollar cualquier modelo de negocios, lo que propicia una evolución en la propia empresa y en la naturaleza del concepto.

Para Michell Porter, la ventaja competitiva de una empresa estaría en su habilidad, recursos, conocimientos, innovación y atributos de los que dispone dicha empresa, los mismos de los que carece sus competidores o que estos tienen en menor medida y que hace posible la obtención de unos rendimientos superiores a los de aquellos (Porter, 1985).

La competitividad no es un concepto que surge de manera espontánea, es resultado del consenso entre el gobierno corporativo, los empleados, los clientes, los proveedores y el contexto en sí. Surge como resultado de un proceso y se transforma paulatinamente en una manera de vivir la actividad empresarial.

En el argot empresarial hay innumerables conceptos que surgen día a día, es aquí donde encontramos el término planeación estratégica o plan estratégico, el cual de manera concisa es un plan maestro concebido por la alta dirección, donde se define la misión, visión, objetivos, estrategias entre otros elementos, cuya característica distintiva es el largo plazo.

La planeación estratégica es un documento guía que congruente con la razón de ser de la organización le muestra el camino a seguir para que en forma integral y coordinada logre lo que desea ser y hacer a largo plazo, de 3 a 5 años; dicho plan es desarrollado desde el más alto nivel jerárquico (Lerma & Barcena, 2013).

Para la alta gerencia la conceptualización de la planeación estratégica tiene similitud con un rompecabezas, donde cada una de sus piezas debe concebir de manera coherente y precisa logrando armonizar de la visión particular a la visión del todo.

El análisis de la situación interna y externa, el diagnóstico de la situación, la determinación del sistema de objetivos corporativos y la elección de las estrategias corporativas y funcionales, constituyen las cuatro primeras

etapas de todo plan estratégico (Sainz de Vicuña Ancín, 2012).

El análisis de la situación, es la primera etapa de la planeación estratégica, de tal manera que representa los fundamentos del plan maestro; su característica principal es el acopio de información suficiente, veraz y confiable y se divide en fuentes externas e internas. De tal manera que se conceptualiza en dos grandes apartados:

- El análisis de la situación externa, incluye el análisis del entorno, análisis del sector, análisis del mercado, análisis de los clientes, análisis de los competidores y análisis de los proveedores.
- El análisis de la situación interna se compone de una autoevaluación de la estrategia de la empresa, la definición del negocio de la empresa para identificar unidades del negocio y el análisis de las áreas de la empresa que aportan valor a los productos y servicios comercializados.

III. MÉTODO

Para alcanzar el objetivo propuesto en este trabajo de investigación se ha aplicado una investigación de tipo descriptivo-analítica, con un diseño de campo transversal, es decir, donde los datos a analizar se recopilan en las organizaciones en un único momento de tiempo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Para realizar el diagnóstico de la situación de del sector hotelero en el municipio de Huichapan, Hidalgo, se inició identificando los factores externos e internos a través de fuentes de información documental y estudio de campo, a partir de información estadística de fuentes oficiales, tales como, Centro de Estudios Superiores del Turismo (CESTUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Secretaría de Turismo (SECTUR).

El instrumento para recolectar información sobre elementos internos de los hoteles, orientado a la alta dirección fue un cuestionario diseñado con orientación en la herramienta

propuesta por la SECTUR y la CESTUR, diseñado en 5 grupos en 45 variables estructuradas que responden al cumplimiento de infraestructura y servicios en entorno y recepción, habitación, alimentos y bebidas, atención en el servicio e instalaciones y mantenimiento, de los cuales se aplicaron a la muestra de estudio.

El trabajo de campo se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2016, en el municipio de Huichapan, Hidalgo. La población principal objeto de estudio estuvo constituido por hoteles de dos, tres y cuatro estrellas ubicados en este entorno geográfico. Las técnicas de muestreo utilizadas fueron de tipo estadístico y aleatorio. Tomando en consideración las características del sector hotelero se consideró como unidades a investigar del universo compuesto por once hoteles. La selección de la muestra representativa fue de manera aleatoria compuesta por cinco hoteles de las diferentes categorías que hay en el sector, la muestra equivale al 36.37% respecto del universo.

Para realizar el análisis de los resultados del instrumento que se aplicó a cinco hoteles como muestra representativa de la población, los resultados se tabularon en una tabla a partir de la cual, se concentraron en 5 grupos en un total de 45 variables, cada variable está integrada por nueve indicadores, con opción de respuesta cerrada con respuesta afirmativa y negativa. Se utilizó un análisis de frecuencias y promedios para evaluar los resultados (véase tabla III).

TABLA III
Análisis de frecuencias para el diagnóstico interno

HOTEL	Entorno y recepción		Habitación		Alimentos y bebidas		Instalaciones y mantenimiento de las mismas		Atención en el servicio	
	Afirmativo	Negativo	Afirmativo	Negativo	Afirmativo	Negativo	Afirmativo	Negativo	Afirmativo	Negativo
	Hotel I	6	3	2	7	0	9	4	5	5
Hotel II	4	5	5	4	7	2	6	3	8	1
Hotel III	2	7	3	6	0	9	4	5	3	6
Hotel IV	3	6	2	7	0	9	2	7	6	3
Hotel V	4	5	6	3	5	4	7	2	7	2
Promedio	3,8	5,2	3,6	5,4	2,4	6,6	4,6	4,4	5,8	3,2

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó el análisis de la situación externa, donde se consideró el universo total integrado por 11 hoteles.

A partir de la valoración de la información documental de las fuentes consultadas, se obtuvieron los datos correspondientes a los siguientes aspectos: Clasificación de hoteles (véase figura 1), proporción de cuartos disponibles en el municipio respecto del estado de Hidalgo (véase figura. 2) y cuartos disponibles (véase figura 3).

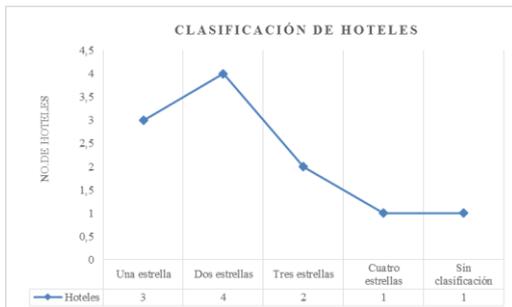


Figura 1. Clasificación de Hoteles



Figura 2. Proporción de cuartos disponibles en Huichapan con respecto al estado de Hidalgo.



Figura 3. Cuartos disponibles en Huichapan por clasificación de hotel.

IV. RESULTADOS

A partir de la valoración de los datos obtenidos en la aplicación del instrumento para el análisis interno, donde se concentran las cinco categorías para los hoteles muestra; los resultados se presentan a continuación (véase figura 4).

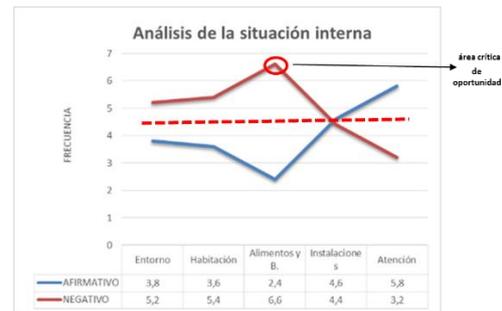


Figura 4. Análisis de la situación interna

Es importante señalar que la valoración mayor que puede obtener un hotel respecto a cada una de las categorías es de nueve puntos.

En la categoría de entorno y recepción se valoró la opinión de los gerentes en cuanto al cumplimiento de los elementos necesarios para atender satisfactoriamente al huésped en su primer contacto con el hotel y su primera experiencia en su estancia. Para este aspecto en particular la valoración es preponderantemente negativa ya que tiene un resultado de 5.2 puntos contra 3.8 puntos de evaluación afirmativa.

Lo anterior indica orientar y gestionar servicios básicos tales como: sistema de reservación, servicio de botones e información suficiente por parte del área de recepción.

La categoría de habitación es una pieza clave en el producto y la propuesta de valor que tiene el hotel, pues uno de los lugares más importantes para el huésped. Para este aspecto los resultados indican una valoración negativa con 5.4 puntos y 3.6 puntos afirmativos; estos resultados indican atención en el sistema de limpieza, sistemas de control de temperatura, niveles de iluminación y ruido.

Por lo que corresponde a la categoría de alimentos y bebidas, se consideran un complemento al servicio de hospedaje para la comodidad del huésped. De acuerdo a los resultados obtenidos esta es la categoría donde los hoteles presentan mayor área de oportunidad, con una valoración negativa de 6.6 y 2.4 puntos afirmativos, Es importante señalar que de los cinco hoteles de la muestra únicamente dos cuentan con este servicio, y además de los dos hoteles solo uno tiene servicio los siete días de la



semana y el otro su servicio es en fin de semana; estos resultados indican ofrecer servicio de desayuno, comida, cena, room service.

Por lo que corresponde a las instalaciones y mantenimiento de las instalaciones, aquí se considera el impacto que causa en el huésped el cuidado en la infraestructura que tiene el hotel. Para este rubro se obtiene una valoración positiva de 4.6 puntos ligeramente mayor respecto de los 4.4 puntos de valoración negativa; esto conlleva a implementar mecanismos que garanticen que las instalaciones se encuentren siempre en excelentes condiciones, que se tengan opciones de áreas deportivas y recreativas, así como piscina, jardines, estacionamiento propio y dentro del hotel.

El último rubro a evaluar fue la atención en el servicio, la cual surge como una evolución propia del crecimiento y requerimiento de la industria de la hospitalidad, comprende componentes que no forman parte directa del producto turístico, sin embargo, su existencia mejora la estandarización y calidad en el servicio, para lograr la completa satisfacción del huésped. En esta categoría es donde se obtuvieron los resultados más altos con respecto al resto de las categorías, sin embargo, aún no es, un resultado satisfactorio, ya que se tuvo una valoración afirmativa de 5.8 puntos contra 3.2 puntos negativos. Estos resultados implican que debe haber una mejora en la capacitación y procesos internos que permita asegurar que los empleados tengan el perfil idóneo para su puesto y cuenten con las competencias necesarias para cumplir con sus funciones.

Por lo que corresponde al análisis de la situación externa la información se concentra en la clasificación de hoteles (Véase figura 1), proporción de cuartos disponibles en el municipio respecto del estado de Hidalgo (Véase figura 2) y cuartos disponibles (Véase figura 3).

Los resultados de la figura 1, indican que en la ciudad de Huichapan prevalecen los hoteles de categorías básicas, ya que siete de los once hoteles están categorizados con una y dos estrellas.

En la figura 2, se presenta la proporción de cuartos que se ofrecen en el municipio con

respecto a la oferta del estado, se aprecia una contribución pequeña de apenas el 2 por ciento de cuartos disponibles que en todo el estado.

Por lo que corresponde a la figura 3, esta tiene una proporción directa con la figura 1, ya que al existir un mayor número de hoteles en las categorías básicas, el mayor número de cuartos disponibles también corresponde a ese segmento de categorización. De los 205 cuartos que se ofertaban en el 2016 en Huichapan, 153 de ellos corresponden a hoteles de una y dos estrellas, habitaciones con servicios básicos y simples.

V. CONCLUSIONES

El presente documento comienza resaltando la idea del turismo como eje principal, generador de divisas y de empleos por su efecto multiplicador sobre la economía y por coadyuvar en el desarrollo regional. De igual forma se plantea la importancia de que hoy en día se demandan organizaciones competitivas, que respondan de manera adecuada a las exigencias del entorno, por lo cual es importante reconocer que la competitividad tiene incidencias en la forma de planear y desarrollar cualquier modelo de negocios, lo que propicia una evolución en la propia empresa y en la naturaleza del concepto.

A partir de la investigación realizada con el objetivo de identificar áreas de oportunidad que pueden contribuir al mejoramiento del sector hotelero, y partiendo de los resultados estadísticos, los resultados conducen a las siguientes conclusiones:

Al realizar el análisis de la situación interna y externa para el sector hotelero en Huichapan, Hidalgo, se detecta que es indispensable que se utilicen herramientas administrativas no solo de sobrevivencia a corto plazo, sino de existencia para ofrecer mejores servicios, que se constituya un sistema gerencial que permita concentrarse en el alcance de objetivos factibles de lograr y el área a competir, en correspondencia con las oportunidades y amenazas que ofrece el entorno, respondiendo a las nuevas exigencias de la demanda y a la necesidad de una renovación de la oferta existente, diferenciándose en el modelo de negocios convencional utilizado actualmente

en el sector por un modelo de orientación hacia los clientes, de fidelización y lealtad, que refleje las acciones diarias que se realizan a fin de prestar un servicio que cubra las expectativas del huésped.

En lo que respecta a la hipótesis de investigación, se encuentra evidencia que en el sector hotelero no se cuenta con herramientas que orienten la toma de decisiones para establecer objetivos, metas y acciones, que vayan encaminadas en brindar al huésped una estancia placentera en los servicios de alojamiento; por lo que se puede afirmar que la hipótesis ha sido apoyada.

Mejorar los servicios en la industria hospitalaria seguramente redundara en mayores beneficios tanto como para los empresarios del sector como para el propio municipio, logrando aumentar el promedio de estadía, que de acuerdo con la SECTUR del estado de Hidalgo en el 2016 fue de 1.38 noches por huésped, además de tener acceso a un mercado de turistas internacionales ya que a la fecha el turismo que hace uso del servicio de hospedaje es de origen nacional.

A partir de las conclusiones y reflexiones realizadas en la presente investigación se recomienda fortalecer líneas futuras de investigación que profundicen en la indagación de las relaciones y variables aquí estudiadas, desarrollar trabajos exploratorios futuros a nivel estatal o regional. También se podría profundizar en los métodos y técnicas que son utilizados

actualmente por las empresas para enfocar su estrategia competitiva.

REFERENCIAS

- [1] SECTUR, «Diario oficial.» [En línea]. Available: http://www.dof.gob.mx/reglas_2015/TURISMO_26122014_01.pdf.
- [2] SECTUR, CONACYT, CESTUR y Factor Delta, «Sistema de Clasificación Hotelera Mexicano.» [En línea]. Available: <http://cestur.sectur.gob.mx>. [Último acceso: 20 02 2015].
- [3] R. Kaplan y D. Norton, *The Execution Premium. Integrando la estrategia y operaciones para lograr ventajas competitivas*, Barcelona: Planeta de Agostini, 2008.
- [4] G. A. Steiner, *Planeación Estratégica. Lo que todo director debe saber*, México: Grupo editorial patria, 2014.
- [5] M. Hernández y J. Mendoza, «Cultura organizacional, el caso de las empresas hidalguenses.» XV Congreso Hispano Francés de AEDEM., vol. 2, n° 3, pp. 137-162.
- [6] F. De la Torre, *Administración Hotelera*, México: Trillas, 2007.
- [7] SECTUR; CONACYT; CESTUR; Delta, Factor, «Sistema de clasificación mexicano.» 20 02 2015. [En línea]. Available: <http://cestur.sectur.gob.mx>.
- [8] A. Soto Maciel, «La empresa familiar en México, Situación actual de la investigación.» *Coontaduría y Administración*, vol. 2, n° 58, pp. 135-171, 2013.
- [9] M. E. Porter, *Competitive advantage. Creating and sustaining superior performance*, New York: NY: The Free Press, 1985.
- [10] A. E. Lerma y S. Barcena, *Planeación estratégica por áreas funcionales*, México: Alfaomega, 2013.
- [11] J. Sainz de Vicuña Ancín, *El plan estratégico en la práctica*, México: Alfaomega, 2012.
- [12] R. Hernández, E. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, México: Mc. Graw Hill, 2010.

Análisis de Riesgos en las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre

Cindy Cruz Xonthé^{1,2}, Sandra González Carlos³, Justo Juan Manuel Martínez Liconá⁴, L. Díaz-Gómez⁵

¹Departamento de Posgrado y Formación Continua CIATEQ A. C., ^{2,3}División Ciencias Básicas, ⁴Dirección académica y de investigación, ⁵División de Ingeniería en Mecatrónica, ¹CIATEQ, Querétaro, Av. del Retablo 150 Col. Constituyentes Fovissste Querétaro, Qro, C.P. 76150, ²⁻⁵Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, ²⁻

⁵Domicilio Conocido s/n, El Saucillo, Huichapan Hgo., C.P. 42411, ccruz@iteshu.edu.mx.

Resumen—Las primeras Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) se establecieron hace casi 10 años, sin embargo, se han realizado pocas evaluaciones para conocer los factores que apoyan su sobrevivencia. Se analizaron UMA's, para estimar cuales son los factores de riesgo que se presentan en ellas y conocer en qué nivel los efectos son importantes para su sobrevivencia, con apoyo de un Diagrama de Ishikawa y un Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF) se determinaron los factores con mayor ocurrencia; utilizados posteriormente, para realizar una gestión de riesgos con la finalidad de minimizar daños y evaluar el impacto de los problemas ocasionados por los factores, estimado el índice de criticidad (IC); usando finalmente los de mayor puntuación para realizar un análisis de regresión lineal múltiple, y relacionar los valores mínimos requeridos para la sobrevivencia de UMA's.

Abstract—The first Wildlife Management Units (UMA) were established almost 10 years ago, however, few evaluations have been made to know the factors that support their survival. During the study, UMAs were analyzed to estimate the risk factors presented in them and to know at what level the effects are important for their survival, supported by an Ishikawa Diagram and a Mode and Effect Analysis (AMEF), the factors with the highest occurrence, used later, were determined to perform a risk management in order to minimize damages and evaluate the impact of the problems caused by the factors, estimating the criticality index (CI); using finally those of greater criticality to perform an Experimental Design (DOE) that determined a multiple linear regression equation, allowing to relate the minimum values required in the survival of UMA's.

Palabras clave — Diagrama Ishikawa, Gestión de Riesgo, UMA, AMEF, Índice de Criticidad.

I. INTRODUCCIÓN

México es reconocido como uno de los países más importantes por su biodiversidad con aproximadamente el 12% de las especies que

existen en el planeta, además se distingue por ocupar el tercer lugar mundial en mamíferos endémicos. Sin embargo, la biodiversidad enfrenta una serie de riesgos que ponen en peligro la continuidad de las especies y sus poblaciones derivado de las actividades productivas, introducción de especies exóticas, la contaminación y en algunos casos los desastres naturales (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)). México ha dado pasos importantes en la obtención de conocimiento sobre las especies exóticas que se vuelven invasoras y que causan serios daños ecológicos, económicos a la salud humana, animal o vegetal. También ha desarrollado una estrategia nacional para prevenir, controlar y erradicar las especies invasoras más nocivas que amenazan su diversidad biológica (Koleff, González, & Mendoza, 2015).

El Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural fue puesta en operación en 1997 por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) con el propósito de integrar estrategias ambientales, económicas, sociales y legales enfocadas a la vida silvestre que permitieran promover una participación social amplia y crear incentivos económicos realistas para su correcto manejo. Como parte de esa iniciativa se consideró la creación de un Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (Gallina Tessaro, Hernández Huerta, Delfín Alfonso, & González Gallina, 2009), concibiendo a las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) cómo predios o instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat, de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen, que pueden estar sujetos a dos tipos

de manejo; en vida libre (UMA extensiva) o bien, en cautiverio o confinamiento (UMA intensiva) (SEMARNAT, 2017).

SEMARNAT indica que hasta el 31 octubre del 2015 en México hay un total de 12 524 UMA's de las cuales 13 están ubicadas en el estado de Hidalgo (Semarnat, 2005). Las UMA's más cercanas a Tecozautla se ubican en Huichapan específicamente, en las comunidades de Zequeteje y Comodeje, beneficiando a 225 familias, con lo cual, las autoridades buscan la conservación de la vida silvestre y promover el ecoturismo como actividad alterna (Agendahidalguense, Diario Digital).

El propósito del estudio es hacer un análisis de riesgos de las UMA's cercanas al municipio de Tecozautla para lograr un índice de sobrevivencia alto, mediante la implementación de UMAS en la comunidad del Palmar. Este municipio presenta actividades económicas similares a las del Valle del Mezquital (agricultura, ganadería, comercio y turismo); cuenta con una población de 35 067 habitantes (social, 2010), y según estudios realizados por INEGI en el 2010 se ubica en un ámbito rural con 47 comunidades consideradas en el Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), ubicándose en el 35 lugar de migración a nivel estado. Esta condición ha tenido impacto en el municipio propiciando la búsqueda de actividades económicas alternativas; la zona ha sido señalada como un área con alta diversidad (Rojas, Castillejos, & Solano, 2013). Sin embargo, el aprovechamiento inadecuado y el tráfico ilegal de especies han ocasionado un grave deterioro de estos ecosistemas, que se manifiestan principalmente con la pérdida de la biodiversidad y erosión de los suelos (Rojas, Castillejos, & Solano, 2013). Considerado la información anterior como punto de partida, es conveniente hacer un análisis de riesgo para implementar "unidades de manejo de vida silvestre" en Tecozautla.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la identificación y el análisis de riesgos se utilizaron dos métodos, los cuales son:

Método de Análisis Causa – Efecto, para la identificación de riesgos.

El análisis de causa-efecto también conocido como diagrama de pescado (Diagrama de Ishikawa) es un método que consiste en definir la ocurrencia de un elemento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la cabeza del pescado y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las espinas del pescado unidas a la columna vertebral y a la cabeza de pescado. Las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista. Después, los factores se analizan de manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema (Freivalds & W. Niebel, 2014).

Método AMEF, para el análisis de riesgos.

El Análisis del Modo y Efectos de Falla, (AMEF) permite identificar las fallas potenciales en el diseño de un producto o un proceso antes de que ocurran, con el fin de disminuir el riesgo en caso de presentarse o establecer acciones correctivas necesarias (Gómez, Duque, & Cuervo, 2005). Este método permite predecir desviaciones potenciales operativas causadas, que pueden poner en peligro el producto o proceso, de forma que lleve a la implementación las medidas correctivas o preventivas que minimicen sus efectos.

Para la evaluación del riesgo se hace uso del índice de criticidad que se refiere a la representatividad o significancia e indica cuales de los riesgos son relevantes o potencialmente dañinos para el funcionamiento de la UMA.

La estimación de significancia se calcula a través de la siguiente formula:

$$IC= S \times O \times D$$

Donde:

IC= Índice de criticidad

S= Índice de severidad del riesgo

O= Índice de ocurrencia

D= Índice de detección

El Índice de Severidad: Evalúa la gravedad del Efecto o consecuencia de que se produzca un determinado Fallo para el cliente.

El Índice de Ocurrencia (O): Evalúa la probabilidad de que se produzca el Modo de Fallo por cada una de las Causas Potenciales.

El Índice de Detección (D): Evalúa, para cada Causa, la probabilidad de detectar dicha Causa y el Modo de Fallo resultante antes de llegar al cliente.

Para determinar el índice de Detección se supondrá que la Causa de Fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el Modo de Fallo resultante (Andrés, Alejandro, & Andrés, 2014).

Categorización de los riesgos

Para fines de este estudio se adaptó al municipio de Tecozautla, Hgo que forma parte del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP). Siendo tres las categorías más sobresalientes para este análisis; entre ellas destacan la mano de obra, el método y el ambiente, cada rama con su respectiva causa. A partir de las áreas encontradas se realizó un análisis de riesgos donde para identificar los factores se utilizó el método Análisis del Modo y Efectos de Falla (AMEF) para clasificar los riesgos por su criticidad e identificar las posibles fallas dentro de la implementación de una UMA,

utilizando la información obtenida del diagrama de causa-efecto, como se muestra en la Tabla 1. Se le otorgo un valor numérico a S, O y D de cada causa usando una escala del 1 al 10. Los valores más altos indican que una falla es potencialmente más común de que ocurra y puede generar consecuencias negativas para la UMA.

Para determinar el índice de Detección se tomó como referencia la información previa sobre las fallas para evaluar la capacidad de los controles actuales y detectar el modo de falla resultante, posteriormente realizado para cada causa potencial, de los modos de fallo, se calculó el índice de criticidad (IC) multiplicando el índice de severidad, ocurrencia y detección correspondientes. Finalmente, con la ayuda de un análisis de regresión lineal múltiple (Devore, 2008) se determinó la ecuación que indica el índice de sobrevivencia obtenida de forma general por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon$$

Para predecir el comportamiento de una UMA en función de los recursos destinados. El índice de sobrevivencia se basa en los años de funcionamiento de una UMA haciendo una evaluación de los factores detectados mediante el análisis AMEF.

Tabla 1 Valores del índice de criticidad.

Componentes	Función	Modo	Efecto	Causa	S	O	D	IC
Mano de obra	Organización administrativa	Aplicación insuficiente de los procedimientos de coordinación y flujo de información en materia de UMA entre todos los actores: autoridades, técnicos y titulares.	Falla en la implementación de la UMA	Personal no capacitado	8	5	6	240
	Clonación de documentos	Clonación de información poblacional, medidas de contingencia y vigilancia.	Información incongruente	Falta de aseguramiento de la información	8	2	5	80
	Capacitación	Desconocimiento por parte del personal técnico en procedimientos, métodos y aplicaciones.	Falla en la implementación de la UMA	Personal no capacitado	8	4	2	64
Método	Monitoreo de poblaciones y hábitat	Métodos de monitoreo, manejo de poblaciones y hábitat inadecuados.	Información incongruente	Falta de aseguramiento de la información	6	2	2	24

	Enfoque contradictorio sobre especies exóticas	Uso de especies exóticas/invasoras sin una evaluación sólida de los daños potenciales que estas originan (genéticos y ecológicos).	Falla en la sostenibilidad de la UMA	Falta de conocimiento de las especies	6	2	2	24
	Vinculación con organizaciones	Baja incorporación de resultados de investigación de instituciones académicas y de gobierno.	Participación y apoyo por parte de las organizaciones gubernamentales	Desconocimiento de las actividades realizadas por las instituciones	6	3	1	18
	Desconocimiento de las leyes	Falta de conocimiento de las leyes de conservación del medio ambiente.	Falla en la implementación de la UMA	Personal no capacitado	8	4	2	64
	Afección de leyes aplicables	Leyes de conservación del medio ambiente que impidan la implementación de una UMA.	Falla en la implementación de la UMA	Leyes en incumplimiento que impiden la implementación	8	2	4	64
	Económico	Falta de recursos económicos para la implementación de UMA.	Falla en la implementación de la UMA	No hay interés económico o inversionistas	8	8	8	512
Medio Ambiente	Aspectos de mercado, financiero, empresarial	Insuficiencia de fomento y promoción de las UMA.	Falla en la sostenibilidad de la UMA	Falta de estudio de mercado	8	6	6	288

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los factores que presentaron el mayor índice de criticidad de la tabla 1 del AMEF, se utilizaron como factores determinantes para calcular el índice de sobrevivencia de la unidad experimental localizada en Tecozautla mediante un análisis de regresión lineal múltiple que relaciona los valores mínimos requeridos para obtener un valor alto en el índice de sobrevivencia de la UMA. La evaluación se determinó mediante un estudio de UMA's cercanas a la región para valorizar su índice de sobrevivencia de acuerdo con una escala de calificación del uno al cinco, categorizando que tan importante es para cada UMA los factores que sobre salieron del índice de criticidad alto mostrada en la tabla 2, donde se observa que el índice de criticidad es elevado en cuestiones de

personal no capacitado, en la falta de interés económico o inversionistas y la falta de estudio de mercado, con un IC de 240, 512 y 288 respectivamente.

Tomando como escala:

1. Indispensable
2. Sumamente importante
3. Medianamente importante
4. Poco importante
5. No se toma en cuenta.

Tabla 2 Valores de calificación de los factores que presentaron el mayor índice de criticidad.

Factores de calificación 1-5	Camaleonas de Alfajayucan	Vivero Quinta Fernando Schmoll	Jardín Botánico de Cadereyta	UMA en extenso Zothe, Huichapan	El nido (D.F)
------------------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------

Organización administrativa	4	2	3	2	2
Aspectos mercadológicos	2	3	4	3	2
Económico	3	2	4	2	2
Índice de sobrevivencia (años)	2	1	3	3	1

A partir de los datos obtenidos se realizó el análisis de regresión lineal múltiple obteniendo el índice de sobrevivencia a partir de la ecuación:

$$\text{ÍNDICE DE SOBREVIVENCIA} = -2.667 - 2.333\text{ECO} + 2.667\text{ORAD} + 1.500\text{AMERK}$$

Donde:

ECO: Económico

ORAD: Organización administrativa

AMERK: Aspectos mercadológicos

Utilizada para estimar los valores óptimos del índice de sobrevivencia de la UMA. Relación que se puede observar desde el gráfico de dispersión mostrada en la figura 1.

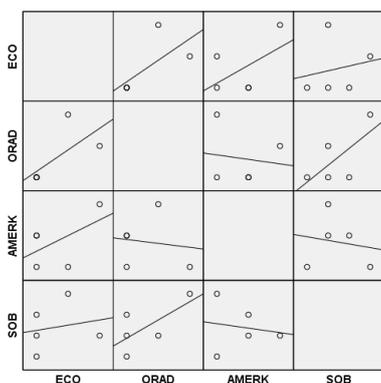


Figura 5 Gráfica matricial de dispersión

El modelo de regresión lineal múltiple nos indica que la correlación es una fuerte relación positiva entre los factores económico, organización administrativa y aspectos mercadológicos con un $R=0.951$ que corresponde a un 90.4% de la variabilidad de los factores que explican el índice de sobrevivencia de una UMA.

IV. CONCLUSIONES

El diagrama de causa y efecto propicio encontrar algunas de las causas potenciales que afectan el funcionamiento de las UMA mismas que se utilizaron para encontrar las áreas sobresalientes que presentan influencia sobre el ciclo de vida de estas unidades. El análisis AMEF reveló tres factores determinantes para su sobrevivencia, considerados de igual manera para la elaboración del análisis de regresión lineal múltiple y finalmente se determinaron los valores óptimos de subsistencia.

La determinación de la ecuación de índice de sobrevivencia basado en la organización, aspectos mercadológicos y los aspectos económicos permite obtener la calificación que debe darse a cada factor para mejorar las probabilidades de éxito de la implantación a futuro de la UMA en la región Tecozautla; donde el aspecto económico es uno de los factores que deben considerarse como el más importante puesto que presenta una mayor evaluación, sin embargo existen otros dos factores como son: los aspectos mercadológicos y de organización que no requieren de tanto cuidado, pero influyen en la implementación de la unidad y apoyan al buen funcionamiento de subsistencia; que maximizando la ecuación tenemos como resultado que para cumplir por lo menos 9 años de subsistencia el aspecto económico debe tener un valor de 2 siendo este el valor de evaluación más alto y un 4 para aspectos mercadológicos y de organización.

REFERENCIAS

1. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), [En línea]. Available: http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/PROCERFinalpubmar2009.pdf. [Último acceso: 05 Julio 2017].

2. P. Koleff, A. I. González y R. Mendoza, «Subsistema de Información sobre especies invasoras.» Patrimonio Natural de México, Cien casos de éxito, pp. 194-195, 2015.
3. S. Gallina Tessaro, A. Hernández Huerta, C. A. Delfín Alfonso y A. González Gallina, «Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento.» Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública, pp. 143-152, 2009.
4. SEMARNAT, «Compendio de Estadísticas Ambientales 2010,» 05 Julio 2017. [En línea]. Available: http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_BIODIVERSIDAD/D3_BIODIVERSIDAD_04/D3_R_BIODIV04_03.htm.
5. Semarnat, «Semarnat, dirección general de vida silvestre,» 2005. [En línea]. Available: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/05_aprovechamiento/recuadros/c_rec1_05.htm. [Último acceso: 04 Marzo 2015].
6. Agendahidalguense, Diario Digital, «Entregan de recursos para la conservación de vida silvestre en la región Huichapan». Agendahidalguense.
7. Consejo Nacional de Evaluación de la política de desarrollo social, «Informe anual sobre la situación de pobreza y resago social,» SEDESOL, 2010.
8. S. Rojas, C. Castillejos y E. Solano, «Florística y relaciones fitográficas del matorral xerófilo en el Valle de Tecozautla, Hidalgo, México.» Botanical Sciences, pp. 273-294, 2013.
9. A. Freivalds y B. W. Niebel, Ingeniería Industrial de Nievel, Métodos, estándares y diseño del trabajo, México, D.F.: McGrawHill, 2014, p. 19.
10. M. L. F. Gómez, R. M. I. Duque y T. J. Cuervo, «Gestión de riegos en el costeo basado en actividades: Una alternativa para su implementación exitosa.» Contaduría Universidad de Antioquia, 2005.
11. C. R. Andrés, V. T. Alejandro y M. Andrés, «Implementación del análisis de riesgos en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual,» n° 27, pp. 133-148, 21 Abril 2014.
12. J. L. Devore, Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencias. Cengage Learning Editores., Cengage Learning Editores, 2008.

Clima y compromiso organizacional en el sector textil en la Región de Tlaxcalilla

Badillo Rosales Maricruz¹, Nayelli Jiménez Bárcenas², Nayeli Irais Ramírez Contador³

División de Ingeniería en Gestión Empresarial,
Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

maricruzbaro@hotmail.com, jimenezbnaye@gmail.com, nayeli_96ramirez@hotmail.com

Resumen— El clima organizacional es hoy en día, un factor clave en el desarrollo empresarial, y su estudio en profundidad, diagnóstico y mejoramiento se relaciona de manera directa en el compromiso del personal que labora en la empresa.

El alcance de la investigación es el correlacional, pues se determina la relación que existe entre las dos variables, el clima y la actitud de compromiso organizacional; es decir si el clima organizacional influye para crear en mayor o menor grado el compromiso de los trabajadores hacia la Maquiladora.

Este estudio se aplica a una de las empresas maquiladoras de la región llamada "Mujer virtuosa", en la que se pretende conocer el cómo sus empleados asumen el compromiso organizacional a partir del clima que prevalece en la empresa, con la finalidad de generar estrategias para conocer si, si existe consecuencia de que el no tener un buen clima afecte el compromiso de las trabajadoras hacia la empresa.

Para conocer dicho resultado se llevara a cabo un estudio de tipo descriptivo, de corte transversal e investigación aplicada donde se obtuvo una media por cada variable, para saber si realmente una dependía de la otra se utilizó una escala de rangos, y una vez analizadas las variables concluimos que efectivamente al tener un buen clima organizacional existirá un buen compromiso organizacional.

Abstract—the organizational climate is now a key factor in business development, and its in-depth study, diagnosis and improvement is directly related to the commitment of the personnel working in the company. The scope of the research is the correlation, since the relationship between the two variables, the climate and the attitude of organizational commitment is determined; That is to say if the organizational climate influences to create to a greater or less degree the commitment of the workers towards the Maquiladora. This study is applied to one of the maquiladora companies of the region called "Virtuous Woman", in which it aims to know how its employees assume the organizational commitment based on the prevailing climate in the company, with the purpose of generating strategies for Know if, if there is a consequence that not having a good climate affects the commitment of

women workers to the company. In order to know this result, a descriptive, cross-sectional and applied research study was carried out where we obtained a mean of each variable which, in order to know if one depended on the other, was used a rank graph, which these variables entered In the same range, we conclude that effectively having a good organizational climate there will be a good organizational commitment.

Palabras clave — Colaboradores, dimensiones, maquiladora.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha acrecentado el interés por estudiar el clima organizacional, por la gran relevancia que reviste tanto para las instituciones como para las organizaciones el sabes la manera en la que el personal percibe su ambiente de trabajo. Por ello, el objetivo de este artículo es conocer si el factor humano asume el compromiso organizacional a través del clima que prevalece en la maquiladora Mujer Virtuosa con la finalidad de proporcionar a los empleados calidad de vida laboral, aprovechando al máximo los recursos humanos disponibles.

El clima organizacional es uno de los temas que más ha querido estudiarse, ya que se ha convertido en el punto esencial para saber la manera en que el personal percibe su ambiente de trabajo. Si un empleado percibe el clima organizacional que se manifiesta dentro de la empresa y mientras que este sea agradable, por consecuencia viene el compromiso organizacional.

El clima organizacional es de gran importancia para tener una adecuada gestión del conocimiento, esto es, la forma en que las empresas adquieren, generan, usan y transfieren su conocimiento, lo cual solo es posible en un ambiente laboral propicio para la innovación y el emprendimiento, pues aún en las maquiladoras, las cuales se caracterizan por el trabajo rutinario,

es posible innovar algún producto, proceso o la forma de administración (Barroso, Santos, & Ávila, (2013)).

El concepto de clima organizacional es un tema que ha despertado interés, por la importancia y complejidad que implica un estudio del suceso en el que ocurren las interacciones hombre-empresa y hombre-hombre. Definitivamente el clima organizacional influye en el comportamiento de las personas porque estas actúan y reaccionan a sus condiciones laborales, no por lo que estas representan sino a partir del concepto e imagen que de ellas se forman. El comportamiento y las reacciones de los empleados en la organización se dan por la forma en cómo perciben el clima organizacional.

El compromiso organizacional resulta de gran importancia para lograr buenos resultados, permite tener valores y la cultura de la empresa estable. El compromiso de los empleados presenta un carácter estable, a diferencia de la satisfacción y motivación del empleado (Universidad Complutense). El compromiso del empleado está muy relacionado con su persona ya que de esto dependerá que él, permanezca en la empresa, por eso medir el compromiso se convierte en algo importante para la gestión de las personas. Las organizaciones necesitan saber quiénes de sus colaboradores están comprometidos, pero con eso no basta, además necesitan saber por qué están comprometidos. Tal es el caso de las industrias textiles, que es una de las ramas del sector secundario que destaca por la creación de empleo a nivel nacional para el factor humano.

Armstrong analiza en una textilera el compromiso laboral como un término usado en términos generales como un concepto poderoso que abarca todo lo que la organización busca en lo que respecta a la contribución y el comportamiento que espera de sus empleados y en cuanto a la voluntad de hacer mucho más por la empresa, con motivación y verdadera identificación con la misma. De igual manera el autor menciona que la gestión del compromiso laboral, que se inicia con el diagnóstico, debe tener como finalidad diseñar y poner en práctica medidas que lo refuercen, porque de él depende en cierta medida la competitividad de la empresa Fuente especificada no válida.. Es por

ello que medir el clima organizacional es un factor importante, porque influye en el comportamiento de los miembros de la organización

En el estado de Hidalgo, la industria maquiladora representa un área de gran importancia por su aportación a la economía, de ahí en la región de Tlaxcalilla, estas empresas del sector textil impulsan el crecimiento de la región, lo cual se traduce en la relación existente entre clima y compromiso organizacional. Los empleados asumen diferentes papeles dentro de la empresa, también se desenvuelven de acuerdo a la educación que cada uno de ellos tiene, a la experiencia con la que cuentan para de esta forma lograr sus objetivos. De ahí que, el compromiso organizacional y la alineación del factor humano, definen las relaciones existentes entre los empleados y los directivos de la organización, para la cual trabajan identificando qué genera las causas y las consecuencias. El hecho de que los empleados no se comprometan con la organización trae consigo una serie de problemas tales como malas actitudes y conductas del trabajador.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque bajo el cual se orienta el presente estudio es de corte cuantitativo y cualitativo. Lo que, a su vez, permite dos tipos de análisis derivados de estos enfoques de investigación. El alcance de la investigación es el correlacional, pues se determina la relación que existe entre las dos variables, el clima y la actitud de compromiso organizacional; es decir si el clima organizacional influye para crear en mayor o menor grado el compromiso de los trabajadores hacia la Maquiladora.

Cabe señalar que al recolectar datos se utilizaron los instrumentos de encuestas y se midieron por la escala de tipo Likert.

A. Población.

La población objeto de estudio para llevar a cabo la investigación sobre clima y compromiso organizacional de la maquiladora Mujer Virtuosa en la región de Tlaxcalilla, Hidalgo estuvo constituida por todas las empresas maquiladoras de la región de Tlaxcalilla.

B. Muestra.

En realidad, pocas veces es posible medir a toda la población, por lo que seleccionamos una muestra y, desde luego se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel de la población.

Los criterios para la selección de la muestra fueron determinados por los investigadores, por lo que el tipo de muestreo empleado fue no probabilístico intencional.

Este tipo de muestra supone un procedimiento de selección informal, la ventaja de esta muestra es que se requiere no tanto una representatividad de elementos de una población sino una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características (Hernandez, 1995).

Los criterios de inclusión para seleccionar a los trabajadores participantes fueron:

- Ser trabajador en la maquiladora.
- Tener como mínimo 2 años de antigüedad.
- Pertenecer a cualquier área de especialidad textil.

El tamaño de la muestra quedó finalmente conformada por 7 personas, tomando como base los criterios de inclusión mencionados anteriormente.

C. Materiales

La metodología que se utilizó para la realización de esta investigación fue mediante los siguientes instrumentos de medición:

- El cuestionario de clima laboral de Brown y Leigh
- El cuestionario de compromiso organizacional de Meyer y Allen

Cabe mencionar, que los cuestionarios responden a una escala tipo Likert con 5 opciones de respuesta. A mayor puntuación mayor la percepción de ese factor. Algunos reactivos están expresados en forma inversa, por lo que fue necesario invertirlos en el momento de calificarlos.

El instrumento de recolección para medir el clima organizacional es un cuestionario que consta de 21 reactivos, con 5 opciones de respuesta, teniendo como referencia 6 dimensiones: de apoyo del superior inmediato,

claridad del rol, contribución personal, reconocimiento, expresión de los propios sentimientos y trabajo como reto.

Mientras que, para medir el compromiso organizacional se utilizó un cuestionario que se compone de 18 reactivos, con 5 opciones de respuesta, y este a su vez permitió evaluar las dimensiones: compromiso afectivo, compromiso de continuidad y compromiso normativo.

Respecto al análisis de la escala tipo Likert, se realizó un tratamiento estadístico descriptivo usando la herramienta Excel, el cual incluyó los procedimientos de medidas de tendencia central. Con la utilización de las medidas de tendencia central, se presentó la información en tablas, esto implicó un ordenamiento para el procesamiento y cuantificación de cada ítem y posteriormente con los resultados de cada ítem se determinó la media de las dimensiones estudiadas.

Para obtener las puntuaciones se consultó a Hernández Sampieri y Colbs. (2003), en donde nos dice que las puntuaciones de las escalas de Likert se obtienen sumando los valores alcanzados respecto a cada afirmación. Por ello, se denomina escala aditiva. Para ello, se efectuaron las siguientes acciones:

En primer lugar, se realizó la sumatoria por dimensión en cada uno de cuestionarios, en este punto cabe señalar que algunos reactivos estaban expresados en forma inversa, por lo cual fue necesario invertirlos antes de la calificación.

Posterior, se hizo la sumatoria general por cuestionario. Una vez que se disponía de todos los puntajes de la muestra, se construyó una escala por rango y actitud (muy favorable, favorable, desfavorable y muy desfavorable) para cada una de las dimensiones y variables manejadas en esta investigación.

Posteriormente, se obtuvo el siguiente resultado estadístico que fue la media y el rango potencial, por dimensión y variable. Al final se procedió a presentar los resultados.

Figura 1.- Tabla de dimensiones del clima laboral.

Rango	Actitud
90 - 73	Muy favorable
72 - 55	Favorable
54 - 37	Desfavorable
36 - 19 o menos	Muy desfavorable

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados del cuestionario de Brown y Leigh, mismo que mide la variable de Clima laboral. La exposición de resultados se hace por dimensión: Apoyo del superior inmediato, claridad del rol, contribución personal, reconocimiento, expresión de los propios sentimientos y trabajo como reto, es decir, se señala cuantitativamente la actitud de los trabajadores hacia cada una de las mismas, se muestran gráficamente.

Figura 2.- Tabla de rango para las dimensiones.

CLIMA LABORAL	
Dimensiones	Medias
Apoyo del superior inmediato	20.5714286
Claridad del rol	13.4285714
Contribución personal	16.4285714
Reconocimiento	12.7142857
Expresión de los propios sentimientos	15.2857143
Trabajo como reto	9.28571429
Total	87.7142857

De acuerdo con la escala anterior, la actitud hacia el clima laboral oscila entre favorable y muy favorable. En promedio los sujetos se ubican en 87.71 colocándose en una actitud favorable hacia el clima laboral de la maquiladora.

Ahora se indican los resultados del cuestionario de Compromiso organizacional de Meyer y Alle, el cual se distribuye en las siguientes dimensiones: compromiso afectivo, compromiso de continuidad, compromiso normativo. Se señala gráficamente la actitud de compromiso de

los trabajadores en cada una de las dimensiones de esta variable.

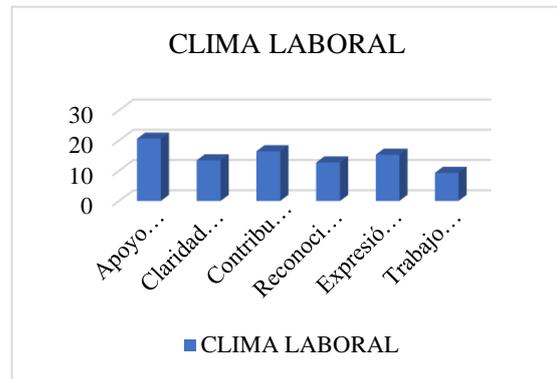


Figura 3.- Gráfica del clima laboral.

Figura 4.- Tabla de dimensiones de compromiso organizacional.

COMPROMISO ORGANIZACIONAL	
Dimensiones	Medias
Compromiso afectivo	18.2857143
Compromiso de continuidad	22.7142857
Compromiso normativo	23.7142857
Total	64.7142857

Figura 5.- Tabla de rango de dimensiones

Rango	Actitud
105 - 85	Muy favorable
84 - 64	Favorable
63 - 43	Desfavorable
42 - 22 o menos	Muy desfavorable

De acuerdo con la escala anterior, la actitud hacia el compromiso organizacional es favorable. En promedio los sujetos se ubican en 64.71 colocándose en una actitud favorable hacia el compromiso laboral de la maquiladora.

Al evaluar el clima y el compromiso laboral, se hace una comparación en cuanto que es lo que influye más dentro de la organización. Por lo que a continuación se muestra una gráfica en la que se comparan ambos factores evaluados para así identificar en que área es importante implementar acciones para darle solución.



Figura 6.- Grafica del compromiso organizacional.

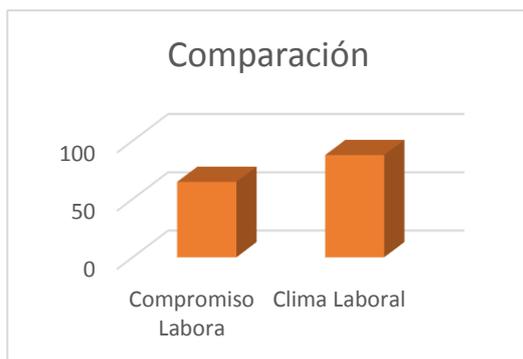


Figura 7: Comparación del clima y compromiso laboral.

IV. CONCLUSIONES

Las organizaciones deben cuidar que prevalezca el clima organizacional, para de esta forma estimular el apego de los empleados hacia el éxito organizacional.

Las empresas poseen personalidad y cultura propias, deben implementar un clima organizacional favorable, para que de esta forma tener la seguridad de que su personal asumirá el compromiso organizacional, factor importante y fundamental dentro de cada organización, teniendo en cuenta que el compromiso organizacional es una variable actitudinal en

donde se refleja la liga afectiva entre el empleado y su organización.

Tal es el caso de la maquiladora “Mujer Virtuosa” donde se midió el clima y compromiso organizacional dado que la principal fortaleza de una organización exitosa es: el personal y la nueva filosofía del trabajo, en la que los valores humanos son imprescindibles. Arrojándonos como resultados en el ámbito del clima laboral dividido en dimensiones y medidas mediante la tabla de rangos se obtuvo que se encuentran en muy favorable. Por otro lado en lo que respecta a compromiso laboral de la empresa, el resultado que se obtuvo de igual manera resultó óptimo, es decir; se encontró que el rango en que recayeron los datos se muestra en favorable.

Concluimos que definitivamente el clima organizacional influye en el comportamiento de las personas porque estas actúan y reaccionan a sus condiciones laborales. Gracias al estudio realizado se pudo encontrar que el comportamiento y las reacciones de los empleados en la organización se dan por la forma en cómo perciben el clima organizacional.

REFERENCIAS

- [1] Universidad Complutense, «Medir el compromiso, el nuevo must de Recursos Humanos,» Madrid.
- [2] S. y. J. T. Robbins, Comportamiento organizacional, México:: Pearson Prentice Hall., (2013).
- [3] F. Barroso, R. Santos y J. y. C. M. Ávila, «Gestión del conocimiento, competencias emprendedoras y desarrollo organizacional de micro y pequeños empresarios del interior del estado de Yucatán.,» México: Universidad del Mayab, S.C., (2013).
- [4] J. Galindo, «El movimiento obrero,» <http://biblioteca.itam.mx/estudios/100-110/102/>.
- [5] F. y. B. Hernandez, «Recursos Humanos en las organizaciones,» Harla, Mexico, 1995.

E-Training en el Área de Capacitación de Empresas en el Sector Industrial en México

Cindy Esmeralda Alvarado Chi¹, Jorge Carlos Tuyub Moreno²

^{1,2}Departamento de Ciencias Básicas, ^{1,2}Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México, cealvarado@iteshu.edu.mx; jctuyub@iteshu.edu.mx

I. INTRODUCCIÓN

Resumen— En el presente artículo se expone la propuesta de uso de una plataforma educativa para el área de capacitación de la empresa Aditivos Mexicanos, con la finalidad de implementar cursos con la metodología E-training como medio para la optimización en capacitación, entendiendo ésta en términos de conocimientos adquiridos, aplicación de los conocimientos y tiempos asignados para la capacitación. Se presenta un análisis sobre las necesidades educativas de la empresa por parte de los jefes de los diferentes departamentos, así como las demandas de los operadores. Partiendo de esas necesidades se diseña un curso sobre Espacios Confinados en la plataforma Moodle 3.0., se pretende que se aumente la eficiencia en los cursos tanto en los conocimientos adquiridos como en el alcance al personal de la empresa, de igual forma se establece la optimización en tiempo por parte de los jefes de área y se disminuyen los costos producidos por la capacitación.

Abstract— In this paper presents the proposed use of an educational platform for the training area of the company Aditivos Mexicanos, in order to implement courses with e-training methodology as a means of optimizing training, understood in terms of knowledge Acquired, application of knowledge and time allocated for training. It is presented in analysis on the educational needs of the company by the engineers of the different departments, as well as the demands of the operators. Based on these needs, a course on Confined Spaces is designed in the Moodle 3.0 platform. It is intended to increase the efficiency in the courses both in the knowledge acquired and in the scope of the company's personnel, in the same way it establishes the optimization In time on the part of the heads of area and the costs produced by the training decrease.

Palabras clave — Capacitación, E-training, Moodle 3.0, Necesidades educativas, VARK.

En México, el artículo tercero. Consagra el interés social de promover y vigilar la capacitación y adiestramiento de los trabajadores y empresas, entendiendo la capacitación como la formación, preparación, desarrollo y adiestramiento de habilidades y destrezas para mejorar el desempeño de los individuos en su trabajo [1]. Por tanto, es responsabilidad de las empresas dotar a sus empleados de los conocimientos y habilidades para un desarrollo óptimo, responsable y seguro dentro de la labor que realizan en las mismas; sea que se proporcione por la misma empresa en un horario destinado para la misma o fuera de ella por instituciones externas, que a la larga presenta una retribución a ambas partes.

De forma particular, la empresa Aditivos Mexicanos se preocupa por la capacitación de los operadores en las diferentes áreas, contando con el apoyo de los jefes de área, debido a que estos conocen las normas, procedimientos y formatos que se requieren para un desempeño correcto en las actividades de las cuadrillas, y considerando la capacitación inicial para contextualizar al personal de nuevo ingreso.

La empresa está catalogada como una Planta química ya que posee riesgos asociados con el manejo de solventes y materiales peligrosos, como, por ejemplo: explosión, incendios, quemaduras, fugas de gas, derrames de materiales peligrosos, asfixias en espacios confinados, entre otros. Lo anterior demanda un adecuado conocimiento de equipos, materiales y procedimientos, así como una capacitación de forma constante, lo que incurre en costos para la propia planta: tiempo de elaboración del curso, tiempo en la impartición del curso y tiempo en que se detiene las operaciones; asimismo se encuentran las complicaciones presentes con el personal, debido a los turnos rotativos y las necesidades de atención en las diferentes áreas.

Esta condición requiere de una forma de capacitación flexible a los tiempos y de bajos costos, si hablamos de horas productivas de los jefes de áreas y personal, comparados con la formación de carácter presencial.

Una alternativa de capacitación, es la que propone el uso de la tecnología, como los son las plataformas virtuales para la enseñanza a distancia, E-learning, que se utilizan en las instituciones educativas. El uso de la tecnología ofrece una alternativa centrada en una capacitación basada en las condiciones contextuales de la persona y la empresa y no en la tecnología misma [2].

El presente trabajo muestra los avances de una propuesta de capacitación E-learning en la empresa Aditivos Mexicanos sobre Espacios Confinados en materia de Seguridad e Higiene para el personal operativo y de apoyo, cuyo objetivo es optimizar los procesos de capacitación del personal, entendiendo la optimización como:

- los costos en horas productivas por los jefes de área y el personal operativo,
- el aprendizaje significativo de conocimientos, destrezas y habilidad necesarias para su mejor desempeño en el trabajo evitando las ocurrencias de accidentes
- y la cobertura de todo el personal de cada área

Cabe señalar, que el objetivo presentado se alcanza al realizar la implementación del curso en la plataforma para el personal operativo y de apoyo en el área mencionada, evaluando la propuesta en los tres diferentes aspectos de optimización.

La Teoría de la Autonomía e Independencia [3], destaca el carácter autónomo e independiente de la forma de aprender, respecto al tiempo y espacio y respecto a la independencia en el control y dirección del aprendizaje, por lo tanto, el E-Learning toma su importancia en este proceso y en los últimos tiempos la industria lo utiliza como estrategia para la capacitación de su personal, es posible encontrar esta modalidad como e-training. Además, la capacitación de personal viene a demostrar que la adquisición de nuevos conocimientos, técnicas y actitudes es

una actividad permanente, constante que se debe realizar antes de incorporarse al mercado laboral de una forma independiente al propio trabajo y en el transcurso del mismo, detectando en cada momento las necesidades formativas e identificando los posibles puntos de mejora.

De acuerdo con ADELL y ÁREA [4] los beneficios que aporta el e-learning para la mejora e innovación de la enseñanza y que por lo tanto se pueden utilizar para la capacitación del personal son los siguientes y se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1 Aportaciones de una Capacitación en e-Learning tomado de [4]

Beneficios	Descripción
Ampliación del espacio en el aula.	Esta modalidad permite que se aumente la demanda en las ofertas de cursos y programas de capacitación, siendo flexibles en los espacios y tiempos, es decir, el personal puede capacitarse desde su hogar en sus tiempos
Extensión de los recursos de información	Los recursos no están limitados a los propuestos en el espacio virtual o por el capacitador, sino a los que provee la misma Internet estableciendo así una sociedad de información
Construcción de conocimiento	En esta modalidad, el instructor es más un tutor que guía y supervisa el proceso de aprendizaje del personal, siendo responsable de su propia capacitación. Cabe mencionar que en este proceso el tutor debe ser propositivo en la construcción de las actividades que no sean las habituales a la capacitación presencial, donde se presenten el reto de la

	reflexión, análisis, síntesis y formulación de la información
Ampliación del horario para la capacitación	Una de las limitantes en los procesos de capacitación está relacionado con el tiempo que se puede disponer al personal para su formación, este tipo de modalidad propone que el personal sea quien regule su tiempo en cumplir con las actividades y en la profundidad en que aborda los temas.
Ampliación de los límites de colaboración entre el personal y el capacitador	La modalidad en línea abre el panorama de capacitación a una sociedad del conocimiento, es posible proponer actividades donde todo el personal colabore en la construcción del conocimiento o actividades donde se vinculen empresas con las mismas cualidades para compartir experiencias que fortalezcan la formación.

En México la capacitación en línea es aquella oferta formativa compuesta de cursos cortos hasta un nivel de diplomado que tiene como objetivo la actualización de conocimientos o habilidades en un área específica, ya sea de un campo disciplinar o bien relacionada con ciertas destrezas y habilidades laborales. García, Castillo y Aguilera [4] realizaron una investigación en relación al estado que guarda la capacitación en línea, también conocida en México como e-training. Para ello emplearon dos categorías de este concepto: e-training social y empresarial. El e-training social incluye organizaciones que ofertan cursos de formación continua dirigidos a la actualización de competencias sin ánimo de lucro a diferencia del e-training empresarial, que busca la venta de un servicio educativo y la obtención de ganancias monetarias; las áreas a las que se enfocan sus cursos son: la económica-administrativa, de la

salud y las humanísticas, además de que se utilizan plataformas de software libre para administrar el aprendizaje. En el e-training empresarial nacional se ubican el mayor número de organizaciones, sin embargo, su estatus es cualitativamente más informal pues presenta gran movilidad y un alto grado de improvisación en su oferta formativa, marketing y esquemas de instrucción. Asimismo, Vázquez, Gómez y Zarco [5] establecieron una estrategia para implementar e-Learning que permitiera mejorar la competitividad de las PyMES, brindando beneficios como: ahorro en materiales, viáticos y horas-hombre, mejoramiento del desempeño laboral, cumplimiento de objetivos y mejora en el clima organizacional. Otra empresa que decidió aprovechar las ventajas del e-Learning es Chedraui, S.A. de C.V., creando un medio facilitador para formar al personal que labora dentro de su grupo: la Universidad Chedraui, que se constituye como un espacio virtual para la capacitación, “donde cada persona puede encontrar su plan de formación que corresponde a su puesto” generando beneficios como “unificación de criterios de operación, reducción de costos y tiempo” [6].

Por su parte [7] realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar si la implantación de internet en algunas áreas funcionales de las PyMES de la Ciudad de Morelia, permitía la disminución de costos asociados. Finalmente otro caso de aplicación exitoso del aprendizaje en el lugar de trabajo en México, es la empresa Prendamex, S.A. de C.V., una casa de empeño privada que realizó la implantación de una tecnología E-Learning que le ha permitido un “mejor manejo sobre los tiempos y recursos asignados a las capacitaciones de su personal” [8]; adicionalmente, ésta ha impactado positivamente “sobre los conocimientos adquiridos del personal durante su proceso de capacitación lo cual le ayuda a los gerentes de operaciones y personal de Recursos Humanos indicar el puesto en la sucursal conveniente de acuerdo con las aptitudes del personal capacitado”[9].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Enfoque de investigación y población

La investigación plantea un modelo de diseño mixto, combinando técnicas de investigación, métodos, conceptos o lenguajes cuantitativos y cualitativos en el mismo estudio, a fin de lograr una mejor comprensión del fenómeno, mismo que no sería posible si este se realizara utilizando un sólo paradigma [10]. Este diseño nos permite triangular información y contrastar la información que se obtiene de todos los individuos involucrados.

En la investigación se consideró la participación de 136 individuos entre los que se encuentran los jefes de área, el personal de operativo y de apoyo, que representa el 70% del personal de la planta; no se consideró a la parte administrativa y contable en este momento de la investigación.

Para el desarrollo de la investigación, se consideró cuatro momentos que se describen a continuación. Cada momento describe los materiales y métodos que se emplearon para la obtención y análisis de la información (ver figura 1).

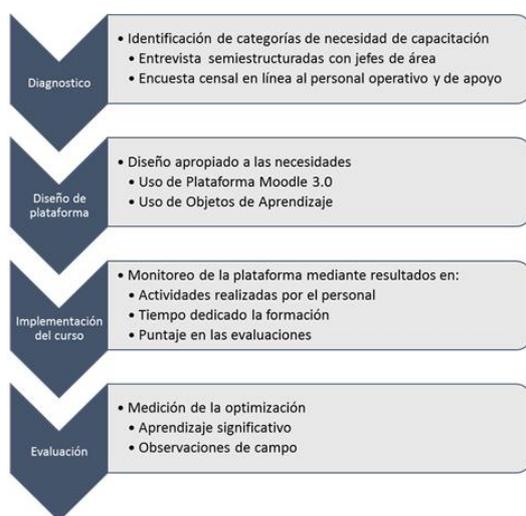


Figura 1. Etapas de desarrollo de la investigación

B. Fase de Diagnóstico de necesidades

En esta fase se elaboró una entrevista semiestructurada para detectar las necesidades y demandas de la empresa sobre la capacitación desde la perspectiva de los jefes de área.

La entrevista tuvo por objetivo identificar las nociones de capacitación, las acciones de una buena capacitación, los límites presentes en las

capacitaciones actuales, las necesidades de capacitación y la respuesta actual de los empleados respecto a la capacitación, así como detectar las limitantes infraestructura y cultura respecto a las TIC's. Se realizó un análisis de contenido para definir categorías sobre las necesidades

Posterior a la entrevista, se realizó una encuesta censal en línea al personal operativo y de apoyo, con la finalidad de identificar elementos sobre la capacitación basada en su experiencia de capacitación y las formas en que ellos aprenden mediante un cuestionario de estilos de aprendizaje VARK. La encuesta nos permite conocer elementos para el diseño y distribuciones de los contenidos a tratar en la siguiente fase. Para la encuesta en línea se consideró utilizar Google Forms® que es una aplicación libre de Google para realizar encuestas y permite exportar información en formato Excel, para el análisis se utilizó el software estadístico SPSS, el cual se utilizó para categorizar de acuerdo a los indicadores de los estilos de aprendizaje.

C. Fase de diseño de la plataforma

Posterior a la información, se diseñó el curso de Espacios Confinados en materia de Seguridad e Higiene, considerando las demandas de la empresa y utilizando un Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular, en sus siglas en inglés MOODLE en su versión 3.0, este es un software de tipo libre, lo que reduce costos en cuanto a la adquisición para la capacitación en la empresa.

La conformación del curso se dividió en 5 bloques, cada bloque contiene objetos de aprendizaje, como lo es el Educaplay®, lecturas, videos, lecciones, entre otros, así como autoevaluaciones sobre los conocimientos adquiridos.

D. Fase de Implementación

Esta fase se desarrolla el curso por un periodo de un de duración de dos semanas. Las ventajas de la plataforma es que nos permite evaluar el tiempo dedicado para cada bloque, evaluar el progreso del personal y responsabilizar a cada uno de los participantes de su propia formación.

elementos necesarios para la evaluación de los objetivos de optimización.

E. Fase de evaluación

La plataforma cuenta con información que nos permite medir la optimización en tiempo y en aprendizaje invertidos en el curso de acuerdo a los contenidos abordados. En esta fase se pretenden medir estadísticamente los resultados del curso.

Esta información se pretende complementar con observaciones de campo sobre ciertos procesos, entrevistas a jefes de área y al personal operativo y de apoyo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las entrevistas y encuestas realizadas a los jefes de departamento y personal operativo y de apoyo se obtuvieron las siguientes categorías sobre necesidades:

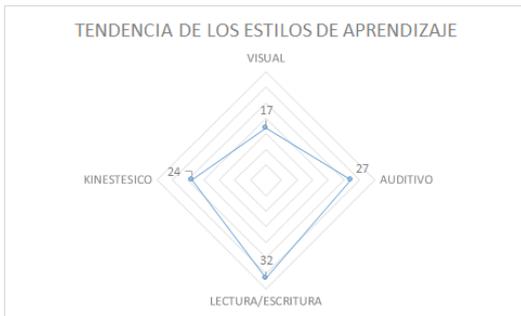
- 1) Elaboración e impartición de los cursos:
En la empresa los encargados de desarrollar los cursos son los jefes de área, esto requiere de tiempo tanto para la elaboración como para la impartición. Aunado, se requiere de continuas consultas de los materiales, así como de continuas actualizaciones al personal sobre las modificaciones a las normas, como lo es la NOM-033-STPS, referente a Espacios Confinados. En este aspecto, la plataforma puede ser una herramienta útil para mantener el material a disposición del personal, las actualizaciones se realizan con facilidad y es posible tener información sobre las personas que consultan la información, una ventaja es que la plataforma proporciona información al momento lo que agiliza el proceso de comunicación y capacitación.
- 2) Nivel Salarial de acuerdo a la capacitación. En la empresa la capacitación se convierte en una herramienta no solo para mejorar los procesos de producción, sino para mejorar las condiciones salariales del personal. La capacitación tiene una

doble función en la empresa, elevar la calidad y eficiencia en la producción e incentivar el esfuerzo de los trabajadores a desarrollarse para beneficio de la empresa.

- 3) Experiencias de Capacitación. Se señaló que la mayoría de la capacitación presencial se realiza en una sola dirección, siendo el personal receptor de una exposición de temas, condición que es insuficiente para un buen proceso de capacitación, ya que no provee de mayores experiencias que generen la asimilación de los contenidos. En cuanto a las capacitaciones en línea, se ha tenido oportunidad de tomar algunos cursos, sin embargo, estos están cargados de lecturas y escasos objetos de aprendizaje.
- 4) Estructura de la plataforma. Un alto porcentaje del personal tiene poca experiencia en el manejo de TIC's por tanto se requiere de un ambiente amigable, que sea predecible y fácil de entender por quién acceda a los cursos. Se requiere que sea dinámico, con diferentes objetos de aprendizaje que permitan la interacción entre los contenidos y el usuario.

En cuanto al análisis de los estilos de aprendizaje se presenta la siguiente Figura 2, en ella se demuestra que la mayoría de las habilidades del personal operativo y de apoyo está relacionado con lo Kinestésico, lo Auditivo y Lecto-Escritura, por tanto, se requiere de objetos de aprendizaje como videos con texto, narraciones de los contenidos, manipulación, crucigramas, preguntas de verdadero o falso, problemas de toma de decisión, entre otros, que favorecen a este tipo de personas. Cabe señalar que se pretende incentivar una conducta visual debido a que está relacionado con diagramas, señalizaciones, modelos de ensamblaje por mencionar algunos que son propios de la actividad que se realiza dentro de la Planta.

Figura 2. Tendencia de los estilos de aprendizaje



Hasta el momento esta investigación se encuentra en la fase de Diseño de la Plataforma, ya se tiene el curso terminado de Espacios Confinados cargado en el servidor de la empresa como se observa en la figura 3, el contenido ya fue aprobado por el Departamento de Seguridad e Higiene y ya se tuvo la primera fase de capacitación a los jefes de departamento, los cuales se encargarán de elaborar los cursos de su área para que el personal pueda cursarlos.



Fig. 3 Aspecto del curso Espacios Confinados Moodle

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones parciales que se tienen hasta el momento son satisfactorias, ya que la empresa tiene como plan el invertir en equipos para una sala de capacitación virtual y poder llevar a cabo la siguiente fase del proyecto, la implementación del curso. La alta dirección de la empresa se encuentra entusiasmada con el proyecto debido a que la Secretaría del Trabajo ya cuenta con una

página llamada PROCADIST (Programa de Capacitación para Trabajadores a Distancia), lo cual indica que la capacitación va tomando una nueva forma a través del e-training.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos la participación de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan Eduardo Barrón Cruz y María Guadalupe Cruz Ramírez estudiantes de la carrera de Ingeniería en Gestión empresarial tercer semestre y Quintanar Arteaga Delia, Maldonado Callejas Gerardo y Pérez Pérez Antonio Jossimar estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial por su colaboración en la realización de las actividades de la plataforma.

REFERENCIAS

- [1] Sánchez-Castañeda, A. (2007). La capacitación y adiestramiento en México: regulación, realidades y retos. *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, (5), 191-228.
- [2] Velásquez-Durán, A., Díaz-Camacho, J. E., & Gámez, I. E. (2015). Capacitación en línea para RRHH de la iniciativa privada usando plataformas colaborativas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* ISSN: 2007-2619, (10).
- [3] Wedemeyer, C.A. (2002). Independent study. En L.C. Deighton (Ed.), *The Encyclopedia of Education*. Nueva York: McMillan.
- [4] Sánchez, J. G., Terrats, J. R. A., & Castillo Rosas, A. (2007). El E-training en México: un primer acercamiento.
- [5] Torres, F. V., Miranda, P. G., & Iztiiga, A. L. Z. (2010). *METODOLOGÍA DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL EN LAS PYMES A TRAVÉS DEL E-LEARNING*.
- [6] Guízar Castillejos, R. A. (2009). E-learning, el presente de la capacitación a distancia (Doctoral dissertation).
- [7] Guichard L 2010 Internet una herramienta eficaz para la disminución de costos en las Mipymes Morelianas Tesis de licenciatura Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Michoacán.
- [8] Sánchez Roustand, P. (2010). E-learning implementado como herramienta de capacitación en las organizaciones (Doctoral dissertation).
- [9] Velásquez-Durán, A., Díaz-Camacho, J. E., & Esquivel-Gámez, I. Capacitación en línea de RRHH en el sector privado y público en Latinoamérica: casos de éxito.

Análisis para la optimización de celulosa a partir del reciclado de recipientes multicapa en la Región de Huichapan

T.M. Meneses¹, F.J Ochoa¹, A.L. Bautista¹, E.N. Flores²

¹ Ingeniería Industrial ITESHU, ² Ingeniería en Gestión Empresarial ITESHU,
tmmeneses@iteshu.edu.mx, Huichapan Hidalgo México

Resumen— El presente estudio está dirigido a la obtención de celulosa a partir del reciclado de residuos de envases multicapa Tetra Pak® que su principal uso es conservar bebidas y algunos alimentos, estos envases por lo general, se encuentran en tiraderos de basura y en rellenos sanitarios que generan problemas ambientales en todo el mundo. La implementación de este estudio, reducirá la explotación excesiva de los árboles de los bosques que se utilizan para la elaboración de celulosa, así mismo disminuir los residuos de este tipo de empaques.

El análisis de los resultados de la consistencia de la celulosa y la obtención de otros elementos como son plástico y aluminio se desarrollara con estadística inferencial.

La implementación del presente estudio ayudará a controlar los residuos de este tipo ya que la zona de Huichapan, Hidalgo comienza con un crecimiento económico muy importante debido a que colinda con el estado de Querétaro; este estado de igual forma mantiene un crecimiento industrial destacado

Palabras clave: Multicapa, Hidrapulper, residuos, celulosa, reciclado

Abstract—This study is aimed at obtaining cellulose from recycled waste Tetra Pak packaging multilayer that its main use is to keep beverages and some foods, these containers usually found in garbage dumps and landfills generate environmental problems worldwide. The implementation of this study will reduce the overexploitation of forest trees used for the production of cellulose, also reduce waste of this type of packaging.

The analysis of the results of the consistency of the pulp and obtaining other elements such as plastic and aluminum are developed with inferential statistics.

The implementation of this study will help control waste such as the area of Huichapan Hidalgo starts with a very significant economic growth because it borders the state of Queretaro this state remains equally prominent industrial growth.

Key Words: Multilayer, waste, cellulose, recycled

I. INTRODUCCIÓN

En épocas de crisis mundial, lo más importante es volver a lo esencial, a lo natural, y

como principio básico, la concientización del daño ambiental ocasionado por actividades industriales y comerciales; una de las alternativas a considerar es la disminución en la tala indiscriminada de árboles, así como fabricar productos, a partir de desechos sólidos, que reemplacen los producidos con fibras de celulosa (madera orgánica) Abreu (2000).

La creciente ola de generación de residuos de envases multicapa y los problemas socio-económicos que acarrea su disposición final constituyen un propósito claro para implementar acciones que permitan una transformación industrial de estos residuos, considerado como esencial y de alto impacto ambiental para generar materiales sustentables como papel, plástico y aluminio que posteriormente se transformaran en productos económicos durables resistentes y estéticamente bien diseñados para satisfacer al consumidor Abreu (2002).

Así mismo el presente estudio considera al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 que establece cinco metas nacionales entre las cuales se encuentra la Meta VI.4 México Prospero, que en su apartado 4.4 hace referencia a impulsar el crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo genere riqueza, competitividad y empleo; también cuenta con las características técnico-ambientales para desarrollar el estudio de la obtención de celulosa, se analizarán los productos obtenidos (celulosa, aluminio y plástico), que serán aprovechados como materias primas en diversas industrias. La información que se presenta servirá como referente para aquellos sectores industriales del envasado interesados en darle un valor agregado a su empresa a partir de la implementación de sistemas de reducción de residuos, mostrando la rentabilidad generada por una posible inversión, que se pueda iniciar en la zona de Huichapan en el estado de Hidalgo.

Antecedentes

Debido a la contaminación ocasionada por los residuos de envases multicapa, en el 2005 Nuñez Álvarez estudio la problemática ambiental que existe en México, explicando algunas soluciones para la recuperación de los componentes de estos envases. Además, de realizar algunas actividades experimentales complementarias con mezclas de solventes para la separación de diferentes capas del envase, pero no obtuvo ningún resultado satisfactorio en cuanto a la separación de las capas de celulosa, Álvarez (2005).

También en 2005 Von Zuben desarrolló la tecnología de plasma para la recuperación de aluminio y plástico, desechando la celulosa de los envases multicapa, dando pie a la inauguración en Brasil de la primera planta mundial de reciclaje de empaques multicapa con tecnología plasma, pero esta es una tecnología que requiere que el proceso sea con atmosfera controlada lo cual incrementa el costo

En 1999 Cases Rocati patentó un procedimiento y el horno para la recuperación de aluminio a partir de un proceso de pirolisis al que los envases multicapa fueron sometidos, omitiendo la obtención de celulosa, Romero (2008). El problema de éste proceso es que se obtenían compuestos contaminantes, los cuales tenían que ser recuperados y tratados, elevando el costo en el proceso, Rocati (1999).

En 1997, Corma Cano et al desarrollaron un procedimiento para la separación de las capas de aluminio y plástico en hojas de aluminio recubiertas de plástico, dejando de lado la obtención de celulosa empleando disolventes orgánicos tales como hidrocarburos clorados, alcanos, alofónicos aromáticos o mezclas de ellos e hidrocarburos halogenados; en este procedimiento, además de no lograr la separación efectiva en las capas de envase multicapa, se obtenían compuestos contaminantes, Millo (1997).

En 1979 Froast diseñó un equipo en el que las películas de plástico contaminadas con fibra de celulosa se someten a un tratamiento que convierte las fibras de celulosa en pulpa. El equipo de molienda con bolas de geometría y diámetro uniformes que son separadas por gravedad al ser arrastradas por una corriente de aire. En este proceso se requiere mayor cantidad de energía para llevar a cabo dicha separación, lo

que da como resultado un proceso de alto costo, Froats (1979).

Por lo tanto en el presente estudio se propone la separación de celulosa, aluminio y plástico por medio de un prototipo Hidrapulper utilizando una separación mecánica con agua sin dañar la estructura de las tres capas para que permitan su reutilización.

Marco Teórico

La demanda mundial del papel se ha elevado considerablemente en los últimos años debido a su uso en diversas aplicaciones como la comunicación (revistas, periódicos tarjetas de felicitación), en los negocios (anuncios, dinero, cheques), al empaquetado (electrodomésticos, equipos de cómputo, celulares). La demanda creciente de producción de papel y de pulpa virgen, junto con el uso de la madera aserrada para muebles y en la industria de la construcción, han propiciado una explotación excesiva de los bosques Kolajo (2009), para el año 2020 se estima que la mitad de la madera del mundo se utilizara para fabricar productos de papel, tales como tejidos, toallas de papel, pañuelos, papel de regalo; por lo tanto, es de suma importancia el buscar alternativas para generar más papel y poder satisfacer la demanda mundial Olorunnisola, (2013).

Tetra Pak ® es una empresa de procesamiento y envasado de alimentos, bebidas, lácteos, licores, frijoles y vegetales, éstos empaques tiene capas de celulosa y están hechos de árboles de madera blanda tales como pinos, abetos y abedul que son conocidos por su excepcionales fibras largas y fuertes que dan la rigidez requerida para mantener la forma del envase, Abreu (2002). La combinación de materiales con el aluminio y el plástico varían para adaptarse a cada categoría de productos, pero en cada caso el único material que toca el contenido es el plástico que es de calidad alimentaria, Abreu (2002). El aluminio funciona como una barrera para la luz y el oxígeno a fin de mantener en buen estado los productos envasados Abreu (2002). El contenido de celulosa representa 75% del peso total del envase, también constan de cuatro o cinco capas de polietileno de baja densidad de alrededor de 20% en peso y un 5% en capa fina restante de papel de aluminio como se muestra en la Fig. 1 Abreu (2002) .

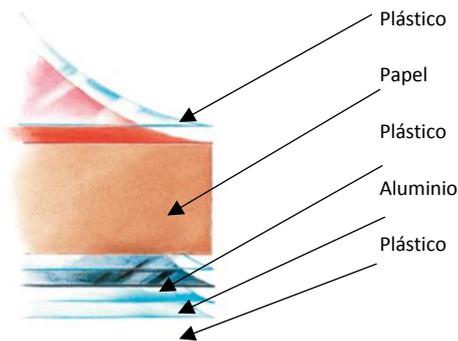


Fig1. Las capas del envase Tetra Pak® desde la capa exterior hacia el interior, Abreu (2002).

El proceso de reciclaje de los envases multicapa consiste básicamente en que el envase se debe de limpiar, desintegrar y separar en un Hidrapulper que es muy similar a un pulper utilizado en el reciclado de papel con una ligera modificación en la parte baja del rotor donde caen los residuos de celulosa los cuales se extraen abriendo una compuerta; asimismo se tendrá otra compuerta para retirar los residuos de plástico y aluminio, Tetra Pak CEA (2000).

Los hidrapulper empleados para el reciclaje de envases multicapa se pueden clasificar de acuerdo a los sistemas de producción, por lotes o continuo, los rotores se catalogan como: rotor para consistencia baja, media o alta, para el reciclado de envases se recomienda el proceso continuo y el uso de rotores de baja consistencia Abreu (2000),Zhengzhou Guangmao.

El rotor de baja consistencia es adecuado específicamente para el triturado de acción rápida, por lo general con las fibras cortadas durante el proceso (rotor-a-fibra de desintegración) que conduce hasta el producto final a un bajo costo, mientras que el rotor de alta consistencia es para la pulpa de celulosa de stock en mayor acción de cizalla (interacción de fibra con fibra) es un suave procedimiento de fabricación, aunque en un tiempo más largo que el de los rotores de baja consistencia Tetra Pak CEA (2000).

Los rotores de consistencia media son rotores híbridos utilizados para comprometer las altas y bajas de los dos tipos de rotor.

Las proporciones de la celulosa en agua también se clasifican como de baja consistencia (3-5% de papel), consistencia media (6-9% de papel) y una alta consistencia (12-15% de papel) [13]. La adición de la temperatura o de productos químicos al procedimiento de fabricación no tiene ningún

efecto significativo sobre el rendimiento general de la acción de reciclaje, Guangmao (2014).

La práctica de utilizar fibras recicladas de Tetra Pak ® para la fabricación de papel a finales de los años 90 era una práctica común en los países de Brasil y EEUU y se fue extendiendo en otros países desarrollados del mundo Abreu (2000), Treehugger (2009). Se informó que aproximadamente solo el 18% de Tetra Pak ® se reciclaba en aquellos años y fue aumentando rápidamente hasta llegar al 30% a nivel mundial en los últimos siete años; es decir un aumento del 3% debido a la unificación de Tetra pack® hacia el reciclaje de sus productos, Olorunnisola(2013). En países desarrollados sin embargo las comunidades siguen luchando por desviar el consumismo para no utilizar los productos envasado en Tetra Pak®Stearns, (2013), lo que provoca que la contaminación del ambiente.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las cajas de cartón de Tetra Pak® utilizadas para este estudio fueron recolectados en gran parte de los residuos en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, en los hogares de estudiantes, y en el relleno sanitario municipal.

Se utilizaron envases multicapa de tres capacidades: 1 Litro, 500 ml y 250 ml. Incluyen envases de diferentes bebidas. Los envases recolectados se abrieron a lo largo de sus costuras con la ayuda de una navaja cutter, posteriormente se lavaron suavemente con agua limpia, se secaron al sol durante un tiempo de 2 a 3 días posteriormente se cortaron pequeñas piezas de: 60x80mm, 50x60mm de largo y de ancho con el fin de facilitar el proceso de desintegración. Estas piezas de cartones fueron empacadas en bolsas de polietileno y se almacenan en un lugar fresco y seco para continuar con las pruebas laboratorio.

Los procesos de desintegración se realizaron en tres diferentes consistencias que se calculan con la ecuación (1)

$$C = Wc / (Wc + Ww) \quad (1)$$

En donde C = consistencia (%), Wc = peso del envase (kg) y Ww = peso del agua (kg)

Así, para una consistencia deseada y un peso conocido de agua, el peso del envase que se requiere para la mezcla se calcula con la ecuación (2):

$$Wc = Ww (C / (1 - C)) \quad (2)$$

El rendimiento de la celulosa producido, por el Hidrapulper se calcula con la ecuación (3):

$$\text{Rendimiento de Celulosa} = \frac{\text{Peso de la celulosa producida después de la desintegración}}{\text{Peso de los envases antes de la desintegración}} \times 100 \quad (3)$$

Descripción del experimento

A continuación, se mencionan las consideraciones y las etapas que se realizaron para el desarrollo del experimento.

Consideraciones

El equipo que se utilizó para la desintegración de los empaques fue un recipiente de acero inoxidable con un volumen de agua de 100 litros, se acondicionó un rotor con motor eléctrico para que girara continuamente a una velocidad de 600 rpm, el ciclo completo de desintegración fue de una hora.

La temperatura del agua que se utilizó fue a temperatura ambiente de alrededor de 24 °C, el llenado de la lavadora se realizó con su propia bomba de agua.

En la siguiente figura se muestra el diagrama del equipo donde se realizaron las pruebas para obtener la celulosa.

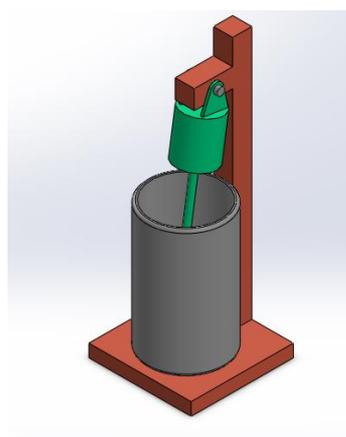


Fig. 2 Esquema del equipo para realizar las pruebas de reciclado

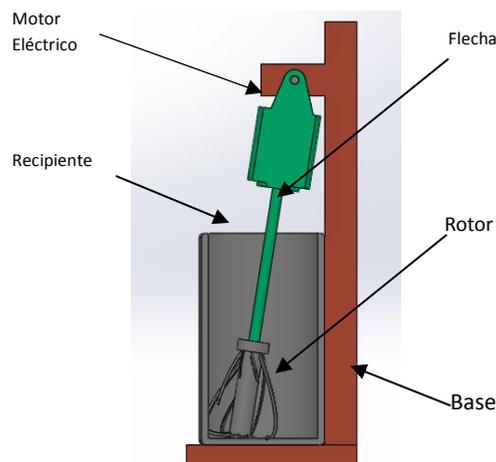


Fig. 3 Partes principales del equipo para realizar las pruebas de reciclado.

Procedimiento

a) Los envases multicapa una vez que pasaron por el proceso de secado al sol como se mencionó anteriormente se procede al pesado de acuerdo a la consistencia que deseamos obtener.

Los cálculos para obtener el peso de los empaques por experimento, así como la consistencia de la celulosa se obtienen de las ecuaciones (1), (2), (3). Los valores que se tomaron para las consistencias son: baja consistencia (3-5% de celulosa), consistencia media (6-9% de celulosa) y una alta consistencia (12-15% de celulosa) [13]. Por lo tanto, para 30 litros de agua usados para cada experimento los pesos son los siguientes: 0.93kg, 2,6 kg y 4,5 kg de piezas de empaques.

b) Pesados los empaques para cada experimento se procedió a llenar el recipiente de acero inoxidable con un volumen de 30 litros de agua y depositar los empaques para realizar la desintegración.

c) La desintegración se realiza con los empaques ya depositados en el recipiente con agua, el cual se acondicionó para que el rotor girara continuamente y realizará la desintegración de los envases; se optó por esta debido a que por el momento no contamos con un prototipo de Hidrapulper. El proceso de desintegración se desarrolló durante un lapso de una hora a 600 rpm a temperatura ambiente.

d) Terminado la desintegración se drenó el agua y se realiza un centrifugado para que la celulosa se adhiera a las paredes del recipiente y

los residuos de aluminio y plástico se queden en el fondo.

e) Finalmente se retiró la celulosa de las paredes del recipiente y para continuar con el análisis de datos.

Cada experimento se llevó a cabo la coherencia en 3 réplicas y los rendimientos de celulosa resultantes se analizaron por Análisis de varianza (ANOVA) en el nivel significativo del 5% utilizando el software Minitab para determinar si hay una diferencia significativa en los rendimientos obtenidos en las tres consistencias, Wold (2008).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la celulosa de cada experimento en las tres consistencias se muestra en la siguiente tabla:

Consistencia			
Replica	Baja	Media	Alta
1	58.06%	61.15%	57.56%
2	61.29%	60.38%	56.89%
3	60.32%	59.20%	59.22%
Media	59.89%	60.24%	57.89%

De la tabla anterior, se puede observar que los rendimientos de celulosa en todo el experimento varían de 56,89% de alta consistencia a 61,29% en condiciones de baja consistencia que indica que aproximadamente el 80% del componente de celulosa se puede recuperar al utilizar este la lavadora doméstica. Los rendimientos de celulosa de la media que son: 59.89%, 60,24% y 57,89% para baja, media y alta consistencia, respectivamente, indican que la tasa de rendimiento de celulosa disminuye ligeramente a medida aumenta la cantidad de empaques mezclados. Este ligero aumento en el rendimiento a baja consistencia se puede atribuirse a la baja viscosidad de los residuos que se quedan diluidos en agua durante la desintegración. El resultado de la riqueza de la celulosa es de acuerdo con el 65% reportado en Tetra Pak CEA (2000) como el rendimiento mínimo de celulosa de la mayor parte de un hidrapulper comercial escala. El rendimiento de la pasta sin embargo se puede aumentar mediante el uso de tambor giratorio para separar las trazas restantes de fibras de los residuos de material de varias hojas.

IV. CONCLUSIONES

El presente reporte solo está enfocado a las consistencias que se pueden obtener con cargas bajas en peso de cajas de Tetra P 48 recomienda seguir experimentando diferentes variables como son: la temperatura del agua, la instalación de varios postes en la tina de la lavadora doméstica para que las cajas de Tetra Pak® tengan más áreas donde desintegrarse, las revoluciones del rotor se propone modificar por medio de un variador de frecuencia, es importante considerar la posición del rotor si será en la parte superior de la tina o en la parte inferior, recabando más datos con las variables antes mencionadas se recomienda continuar realizando investigaciones para optimizar la obtención de celulosa.

REFERENCIAS

- Abreu (2000), M. Recycling the Fibres on Tetra Pak Cartons. Tetra Pak Canada Inc.
- Abreu (2002), M. Recycling of Tetra Pak Aseptic Cartons. Tetra Pak Canada Inc., Markham, Canada.
- Aperebo 2007, E.M. Design, Fabrication and Performance Test of Waste Paper Recycling Equipment. An Unpublished M.Sc. Thesis submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.
- Collins, J.A., Busby, H. and Staab (2010), G. Mechanical Design of Machine Elements and Machines. A Failure Prevention Perspective. John Wiley and Sons Inc. 2010.
- Graig, R.R. Jr.(1996), Mechanics of Materials. John Wiley and Sons Inc. Publishers.1996
- Hall, A.S., Holowenko A.R. and Laughlin, H.G. (1980) Theory and Problems of Machine Design. SI(Metric) Edition.Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Kolajo, T.E.(2009) Design and Fabrication of a Pulp Moulding Machine. An Unpublished B.Sc. Thesis Submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.
- Olorunnisola, A.O.(2013) Harnessing the Forester's Harvest for Sustainable Development. An Inaugural Lecture Delivered at the University of Ibadan.
- Pablo, Paster Treehugger (2009): In Defense of Tetra Pak. <http://www.treehugger.com/greenarchitecture/in->

defense-of-tetrapak.html?dte=th_rss. Obtenido el 01/09/2015.

Stearns, A. (2013). Tetra Pak Increases Carton Recycling Rate. <http://1800recycling.com/2013/10/tetra-pakincreases-carton-recycling-rate>. Obtenido el 09/06/2014

Tetra Pak Corporate Environment Affairs CEA (2000). Recycling of Tetra Pak Beverage Cartons. www.ekopaket.si/upload/file/Recikliranje%20Tetra%20Pak Obtenido el 26/10/2014.

Zdziennicki, Z. and Maciejczyk, A. (2014) Design Basic of Industrial Gearboxes. Calculations and Design Case Examples. Department of Vehicles and Fundaments of Machine Design.

Zhengzhou Guangmao ZDSD 23 Hydrapulper. A High Consistency Hydrapulper Manufactured in Zhengzhou Guangmao Machinery Manufacturing Co., Ltd. Zhengzhou, China. <http://papermachinery.en.made-in-china.com/product/JeoxbCDPbykQ/China-Hydrapulper.htm>. Obtenido el 21/09/2014.

L. Saderra I Jorba (1995), El Diseño de experimentos clásico, Taguchi y Shainin, Bcelona España Marcombo 1995.

Kevin A. Lange, Steven C. Leggett (2008), Análisis de modos y efectos de fallas Potenciales AMEF 4ª Edición, EUA, Daimler Chrysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

L.M. Núñez Álvarez (2005), El envase de cartón laminado tipo Tetra Brik un problema ambiental y sus posibilidades de aprovechamiento, Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, México

L. Carvevale (2005), Piracicaba vai reciclar embalagem longa-vida, Gazeta de Piracicaba, Piracicaba 2005

L. Frias Romero (2008), Pirolisis de Recuperacion energética de los residuos urbanos con tecnología de plasma, Universidad Pontificia Comillas, Madrid España.

J. Cases Rocati (1999), Procedimiento para la recuperación de aluminio y energía a partir de envases usados tipo Tetra Birk y horno para realizarlo, Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid España.

A. Corma Canos y J. Primo Millo (1997), Procedimiento para la recuperar polietileno y aluminio de hojas de aluminio recubiertas de polietileno de residuos de envases tipo Pack, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España.

B. Froats (1979), Apparatus for separating paper fibres from portions of polyethylene film material, United State Patent, Ontario, 1979

L. Eriksson, E. Johansson, N. Kettaneh-Wold, Wikström and S. Wold (2008), Design of Experiments Principles and Applications, Umetrics AB Umea, Suecia

Diseño, Construcción e Implementación de un Sistema de Secado de Aserrín

Ing. Francisco Javier Ochoa Mendoza¹, Ing. Eleazar Campero Ángeles², Mtra. Ana Laura Bautista García³.

División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.

fjochoa@iteshu.edu.mx, ecampero@iteshu.edu.mx, abautista@iteshu.edu.mx

Resumen— Este trabajo da a conocer los resultados experimentales del secado de aserrín mediante el diseño de un prototipo con control de variables de proceso en los sistemas mecánico y eléctrico para cumplir con las características de humedad menores al 12% para la producción de tacones. La base del prototipo fue a partir de un sistema hechizo utilizado en el proceso de producción de tacones de la empresa maderables ROA ubicada en el poblado de Panales Ixmiquilpan Hidalgo. La metodología utilizada fue utilizar el muestreo aleatorio simple en campo para evaluar la eficiencia del sistema actual a partir del supuesto de no reposición de los elementos seleccionados. Como resultado de evaluación de los datos observados, se diseñó el nuevo sistema de secado con alimentación eléctrica y control semiautomático de variables para temperatura y velocidad de avance del material, el sistema de control es mediante señales emitidas por sensores, moto reductores para control mecánico y bomba de aceite usado como combustible para calentamiento del área de secado del aserrín. Este nuevo diseño permitió la reducción de humedad del aserrín en promedio de entre 4% y 6% así como el aumento de la producción de 2 m³ a 15 m³ por hora lo cual permite abastecer de manera constante como materia prima al proceso de producción de los tacones para la fabricación de tarimas.

Palabras clave — Aserrín, tacón, sistema de secado, humedad.

Abstract— This paper reports the experimental results of sawdust drying by designing a prototype with control of process variables in the mechanical and electrical systems to meet the moisture characteristics below 12% for heel production. The base of the prototype was based on a spell system used in the heel production process of the timber company ROA located in the town of Panales Ixmiquilpan Hidalgo. The methodology used was to use simple random sampling in the field to evaluate the efficiency of the current system based on the assumption of non-replacement of the selected elements. As a result of the evaluation of the observed data, the new drying system with electric power and semiautomatic control of variables for temperature and material speed were designed, the control system is through signals emitted by sensors, motor reducers for mechanical control and

Oil pump used as fuel for heating the drying area of the sawdust. This new design allowed the reduction of moisture of the sawdust in average of between 4% and 6% as well as the increase of the production of 2 m³ to 15 m³ per hour which allows to supply of constant way as raw material to the process of production of the Heels for the manufacture of platforms.

Keywords - Sawdust, heel, drying system, humidity.

I. INTRODUCCIÓN

En México, se procesan anualmente más de ocho millones de metros cúbicos de madera, de la cual 70% se destina a la industria del aserradero. El principal producto de desecho de esta industria es el aserrín, con una producción anual de 2,800,000 m³. Aunque dicho subproducto tiene ciertas aplicaciones como la producción de tabique, combustible, cama para corrales, producción de papel, actualmente no existen alternativas para su uso masivo (López M. Y., 2008).

La empresa Productos Maderables ROA S.A. de C.V. está por sacar un nuevo producto al mercado, el cual consiste en un tacón fabricado con aserrín, astilla de madera y con un aglutinante químico para hacer tarimas que servirán como embalaje para sus clientes de la industria del papel, con características de alta resistencia y que no genere humedad en los productos embalados, principalmente a los que son transportados a lugares de alta humedad.

Actualmente la empresa adquirió una maquina europea para la fabricación de dicho tacón, sin embargo, el producto final no cumple con las características antes mencionadas, ya que la materia prima para este proceso es el aserrín, el cual debe estar completamente seco o en su caso con un mínimo de entre 10% y 12 % de humedad (Álvarez, 1999).

Debido a esta necesidad la empresa implementó un sistema de secado de forma hechiza para secar el aserrín, para esto utilizó el sistema de calentamiento por medio de aceite el cual es traído de la máquina que fabrica el tacón, al realizar este proceso se dieron cuenta que esta

sufría una descompensación de temperatura en su sistema hidráulico, por ende hay una baja producción y riesgo de daño a su sistema, aunado a esto el sistema de secado de aserrín no tiene ningún tipo de control de temperatura por lo que la producción actual es de aproximadamente 2 m³/Hr., Ver fotografía 1, que son insuficientes para la producción de tacones, capacidad de la máquina y necesidad del mercado. Por lo tanto, surge la necesidad de incrementar la producción de secado de aserrín con un sistema independiente que permita controlar las variables de proceso.



Fotografía 1 Sistema hecho de la secadora de aserrín actual.

El secado por transporte neumático, es una operación en donde se lleva a cabo una transferencia simultánea de masa y calor, esta última es principalmente por convección forzada. La operación se realiza exponiendo un material sólido húmedo a cualquier gas o mezcla de gases calientes no saturados con el líquido que va a evaporarse del sólido. Con base en lo anterior es importante seleccionar una mezcla de gases calientes, lo más compatibles posible con el líquido que va a evaporarse del sólido.

El mecanismo de secado se realiza por la transferencia de calor sensible por parte del gas caliente al sólido húmedo; el agua del sólido, es evaporada y arrastrada en conjunto con el gas o mezcla de gases calientes por medio de un proceso transferencia de masa. La velocidad de los gases calientes que salen del quemador y que circulan a través del ducto del transporte neumático lleva una velocidad tal que fluidizan e incrementan el área superficial de las partículas sólidas, para finalmente transportarlas. La velocidad mínima en la cual inicia el transporte de las partículas sólidas se conoce como velocidad terminal, pero la velocidad a utilizar

debe ser mucho mayor. Estas mezclas de partículas sólidas ya fluidizadas se dispersan libremente en el gas de transporte y secado, a alta velocidad. Los gases calientes salen del secador a una temperatura menor, debido al calor sensible cedido: primero al sólido húmedo alimentado, con el fin de incrementar su temperatura, al líquido para evaporarlo del sólido y por último al medio ambiente o exterior del equipo como pérdida de calor (Guerra, Mallén, Struck, & Varela, 2008).

México cuenta con aproximadamente 64 millones de hectáreas de bosques de clima templado y selvas que abarcan el 32% del territorio nacional. Adicionalmente el país cuenta con 56 Millones de ha de matorrales y cerca de 2 Millones de ha de vegetación hidrófila. Tales recursos son de gran importancia para el país desde el punto de vista social, económico y ambiental.

Alrededor 80% de los bosques y selvas del país se encuentran bajo régimen de propiedad social, constituidos en alrededor de 8,500 núcleos agrarios. Las poblaciones que constituyen estos núcleos agrarios están vinculadas directamente con los recursos forestales para la obtención de sus principales satisfactores (Asesores especializados, 2010).

Una de las normas en el área de la madera emitida por la SEMARNAT es que cada m³ de un árbol se debe de aprovechar el 50% de este, en la actualidad el 35% se convierte en aserrín y el 15% restante en desperdicio (astilla y hojarasca), por lo que al fabricar el nuevo producto llamado tacón, este 35% será aprovechable así como un gran porcentaje del 15% restante como astilla necesaria para cumplir con una mayor resistencia en el producto final (ANUIES, 2005).

Por lo anterior, la necesidad primordial a corto plazo de la empresa Maderables ROA S.A. de C.V., es incrementar la producción proponiendo el diseño de un sistema controlado por medio de alimentación eléctrica que sustituya a la actual (por medio de aceite) y una vez cumpliendo con esta necesidad se estará desarrollando un sistema más económico por medio de energía solar, impactando de manera sustentable.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el área de producción de la empresa “Maderables ROA S.A. de S.V.” Ubicada en Panales Ixmiquilpan Hgo. Como objeto para esta se estudió el equipo actual del secado de aserrín que consta de un sistema hechizo armado con seis tambos de 200 litros unidos con soldadura 6013 y un mecanismo central con aspas rectas para el avance del aserrín húmedo, una transmisión con la fuerza de un motor reductor de ¼ hp y un sistema de control de temperatura de otra máquina alterna de la cual existe pedida de aceite (Roa, 2014).

Se realizó un trabajo de campo durante un mes para observar y muestrear que tipos de elementos mecánicos, eléctricos y de control tiene el sistema actual.

Los instrumentos para la recolección de datos utilizados fueron:

1. Disposición de seis metros cúbicos de aserrín con una humedad promedio del 42% por cada corrida de prueba durante 5 días, se considera una prueba diaria.
2. Una cámara de video con memoria de almacenamiento de 8G.
3. Una cámara fotografía con resolución mínima de 8 mega pixeles.
4. Dos cronómetros para mediciones en centésimas de minuto con regreso a cero.
5. Formatos para toma de tiempos.
6. Un flexómetro con capacidad de medición de 5 metros mínimo.
7. Un vernier digital calibrado para mediciones en pulgadas y milímetros.
8. Dos termómetros con capacidad para 100° C como mínimo.
9. Un anemómetro digital.
10. Un termopar digital.
11. Un multímetro digital.
12. Un manómetro de presión absoluta.
13. Un higrómetro.

El procedimiento de análisis se realizó mediante un ensayo rápido que permitió predecir el comportamiento de un combustible en ciertos casos. Se trata de una simple separación de los compuestos del combustible en función de sus diferentes volatilidades, proporcionando los contenidos en peso de las fracciones de cenizas, materias volátiles y carbono fijo. Se consultaron

las normas IRAM 17.005 carbones y coque. Método de determinación de humedad – IRAM 17.007 carbones y coque. Método de determinación de materiales volátiles – IRAM 17.006 carbones y coque: método de determinación de cenizas – ASTM D3172 – D3173 Y D3174 – ISO 1171 Y 562 (Gallipolit, 2014).

Muchos son los parámetros que intervienen en la calidad y velocidad del proceso, algunos relacionados con el mecanismo interno de circulación de agua con los sólidos y otros relacionados con condiciones exteriores temperatura, humedad y velocidad del gas. También influye el tamaño y forma de las partículas, la geometría del lecho, y la distribución del gas, entre otros factores. No obstante el desarrollo de la técnica que ha dado origen a una gran cantidad de información teórico-experimental relacionada con el tema (Kunii, 1969) et al., 1966, en el caso particular de sólidos tan irregulares como el aserrín no parece confiable basar el diseño o proyecto de unidades de secado en ecuaciones o resultados obtenidos para sólidos de otras características físicas y geométricas y bajo otras condiciones de operación (Venecek, 1969) et al., 1969.

Así lo demuestran los resultados obtenidos por el autor en estudios experimentales relacionados con caracterización de sólidos y comportamiento fluidodinámico de un lecho fluidizado de aserrín (Moreno, 1989).

Con los datos obtenidos se inició con una evaluación del funcionamiento de estos sacando algunos preliminares de ineficiencia de estos. Los datos recolectados fueron: producción actual 2 m³/hr., promedio de 42% de humedad en el aserrín como variable principal en proceso.

El aserrín como materia prima para el tacon que se encontró en los almacenes con una humedad promedio de 42% no cumplía con el requerimiento para el siguiente proceso es que el aserrín tenga una especificación de humedad promedio mínimo de entre 10% y 12% o secado total. Así mismo se detectó la pérdida del 50% aproximadamente en el rendimiento de la máquina para la producción de tacones, ver fotografía 2.



Fotografía 2 Máquina para la producción de tacones que alimenta de energía a la máquina secadora hecha.

Para cumplir con la especificación de humedad promedio de aserrín como materia prima para la fabricación de los tacones se rediseño el sistema de secado actual con control de variables independiente a la máquina que fabrica los tacones ya que se detectaron importantes desviaciones entre los valores experimentales y los que predicen correlaciones entregadas por la literatura para parámetros relevantes, como velocidad mínima de fluidización, velocidad de arrastre y pérdidas de carga.

Por lo anterior se inició con el proceso de diseño de la propuesta del nuevo diseño del sistema de secado mediante con el apoyo del software Solidworks y tomando en cuenta las normas de diseño mecánico y eléctrico, se realizó lo siguiente:

- Cálculo y diseño de las partes que formarán el sistema de secado.
- Elaboración de los planos pertinentes para la construcción y montaje del equipo conforme a las normas de dibujo y seguridad correspondientes.
- Cálculo de los costos de fabricación del sistema de secado.

El material utilizado fue un gabinete (70X90X25), un barredor de velocidad de 5hp, un interruptor de 3X100, 50 tabillas de conexión calibre 6, dos moto reductores de 2HP, 6 metros de cable (uso rudo) de 4X12, 6 tramos de tubo conduit de ¾ de pulgada, 4 cajas conduit de ¾, 5 tramos de tubo conduit de 1 ½, un arrancador reversible tamaño 1, 6 botoneras de arranque y paro, 8 resistencias de 1200 watts, 16 zapatas terminal calibre 6, un interruptor de 3X20, un potenciómetro de

10 KΩ, un tramo de unicanal de 4x12, 10 abrazaderas de unicanal de 1_2^1, 10 abrazaderas unicanal de ¾, 100 metros de cable calibre 12, 3 sensores de temperatura TP 200 un controlador de temperatura de 0 a 1000 volts, una bomba de alta temperatura de 1/2 HP, 4 electro válvulas de alta temperatura y un arrancador tamaño cero.

III. RESULTADOS

La característica principal de los materiales para la construcción del nuevo sistema es que debe mantener el calor a lo interno de la cámara de secado, se busca que estos aseguren un aislamiento térmico adecuado y que sean de larga duración (Salas, Moya, & Córdoba, 2008), por lo que se propuso el revestimiento interno con material térmico en este caso ladrillos para mantener la temperatura sugerida en el cuadro 1, por Camacho en el 2010.

Humedad de la madera	Temperatura en termómetro seco	Temperatura en termómetro húmedo
60%	57 °C	53 °C
50%	57 °C	52 °C
40%	60 °C	52 °C
30%	65.5 °C	54 °C
20%	76.5 °C	58 °C

Cuadro 1 Especificaciones de humedad y temperatura para secado de aserrín (Camacho, 2010).

Para controlar las variables de temperatura y avance se diseñó un sistema mecánico - eléctrico basado en una bomba alta temperatura de ½ HP, moto reductores de ¼ HP, con arrancadores de tamaño cero, electroválvulas y sensores de temperatura todo esto controlado mediante un gabinete central colocado a un lado de la máquina secadora al alce del operador. Ver figura 1.

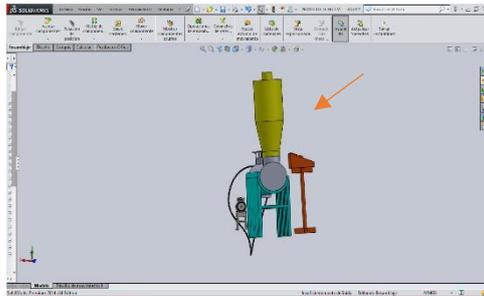


Figura 1 Sistema de secado donde se muestra el gabinete de control aun lado de la máquina secadora.

El sistema mecánico de avance del aserrín durante el proceso de secado a lo largo del recorrido del módulo de secado se diseñó mediante la forma de un tornillo sinfin angulado a 6° ver figura 2.

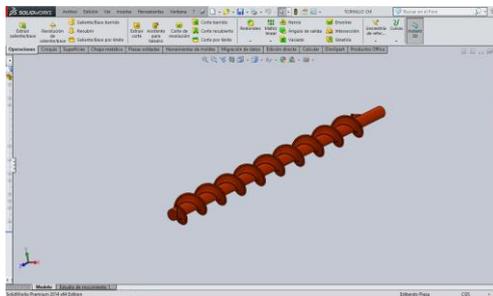


Figura 2 Diseño del sistema de avance interno para el recorrido del aserrín.

El proceso de secado de aserrín por el nuevo sistema garantiza un final de humedad de entre 4% y 6% así como el aumento de la producción de 2 m³ a 15 m³ en promedio debido al sistema controlado. Ver figura 3.

IV. DISCUSIÓN

La elaboración de un prototipo es construir un sistema corregido funcional para probar ciertos aspectos de diseño para incorporarlos a el sistema final (Kendall & Kendall, 2005), la eficiencia de este proyecto demostró que el sistema de secado del aserrín genero un incremento en la producción de secado de

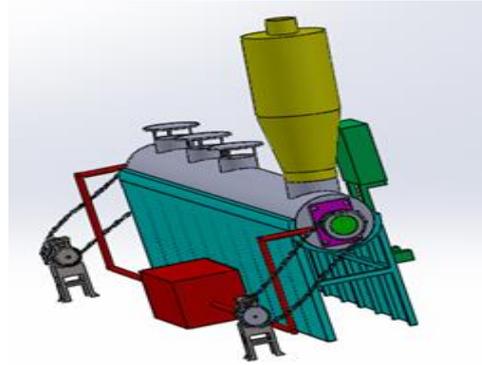


Figura 3 Prototipo del nuevo sistema de secado de aserrín con control de variables de proceso en 3D.

aserrín como materia prima para la fabricación de tacones, debido a la implementación y el diseño controlado por medio de alimentación eléctrica.

Actualmente, los esfuerzos tendientes a una mejora tecnológica se enfocan a la reducción de los tiempos de secado y calidad de la madera seca. Con estos objetivos se trabaja en el desarrollo y aplicación de nuevas técnicas en el secado tradicional a temperaturas convencionales, en el de ciclo acelerado y en el secado por altas temperaturas. Como la mayoría de la madera que se utiliza en la segunda transformación se seca en cámaras, la demanda de madera aserrada seca aumenta permanentemente en gran medida, debido a las exigencias de los procesos de elaboración, a la necesidad de contar con productos elaborados de alta calidad y a los volúmenes requeridos, que resultaría imposible económicamente mantenerlos en stock. Este aumento en la demanda no se ve reflejado en la capacidad instalada de secado, lo que nos hace inferir que gran parte de los productos de madera que se comercializan, por lo menos internamente, no tienen un secado controlado o directamente no están secos (Flores, 2007).

Si consideramos el proceso de secado de la madera como el que mayor tiempo y energía consume, se pueden entender los argumentos que tienen los industriales para disminuir los tiempos de secado y el consecuente consumo energético.

En las últimas décadas el secado de productos agrícolas e industriales ha recibido

una gran atención en aplicaciones tales como el trigo arroz, levaduras, etc., introduciendo temperatura superior a los sólidos para posibilitar el intercambio de calor conectivo y la evaporación del agua (Universidad Autónoma de Yucatán, 2010). Se tiene conocimiento de proyectos de secado de madera principalmente en el país de Chile en los cuales han utilizado como combustible el gas lo cual además de ser un riego es un gasto (Disglide, 2013).

La producción de aserrín también necesita ser de alguna manera productiva y necesaria para su aprovechamiento tanto dentro de la industria maderera como de la producción de briquetas, Su acumulación en los aserraderos llega a obstaculizar el desarrollo del proceso productivo, por lo que es necesario que sean evacuados con rapidez. El destino de los diferentes residuos no es el más racional, algunas industrias generadoras los venden o regalan a empresas que les dan uso; en ocasiones se envían a los vertederos o se incineran indiscriminadamente. La incineración es una técnica derrochadora, ya que la materia orgánica es rica en nutrientes y su destino final debe ser el retorno al suelo para mantener su fertilidad.

Debido a esta necesidad la empresa implementó un sistema de secado de forma hechiza para secar el aserrín, para esto utilizó el sistema de calentamiento por medio de aceite el cual es traído de la máquina que fabrica el tacón, pero para ello las pruebas piloto demostraron que existían ciertos problemas por lo cual se propuso un nuevo prototipo que corrigiera y mejorara el proceso. Una de las normas en el área de la madera emitida por la SEMARNAT es que cada m³ de un árbol se debe de aprovechar el 50% de este, en la actualidad el otro 35% restante se convierte en aserrín y el 15% en desperdicio (astilla y hojarascas), por lo que al fabricar el nuevo producto llamado tacón, este 35% será aprovechable, así como un gran porcentaje del 15% restante como astilla necesaria para cumplir con una mayor resistencia en el producto final. Estas especificaciones son fundamentales para que el producto cumpla con la calidad específica.

Para esto como resultado se incrementó la producción, gracias al nuevo diseño que es controlado por medio de alimentación eléctrica.

Debido a la necesidad del aprovechamiento del aserrín en la actualidad se están desarrollando diferentes tipos de secadores basados principalmente en transporte neumático mediante el análisis de humedad de los sólidos de salida, dentro de estos se iniciaron su desarrollo en la Universidad Iberoamericana de la ciudad de México en el año 2008, en la actualidad están entrando nuevos equipos procedentes del mercado chino.

En cuanto a la ecología se tiene en cuenta que en México se procesan anualmente más de ocho millones de metros cúbicos de madera, de la cual 70% se destina a la industria del aserradero. El principal producto de desecho de esta industria es el aserrín, con una producción anual de 2, 800, 000 m³, (SEMARNAP, 2007), por lo cual está bajo normas el uso adecuado de este producto principal del proceso por eso los aserraderos son las principales zonas de aprovechamiento forestal maderable, para su conversión en productos comercializables por medio de operaciones tales como el descortezado, el dimensionado, la medición, la clasificación y, en su caso, el cepillado, estufado y almacenamiento.

REFERENCIAS

- Álvarez, E. (1999). Perspectivas de aprovechamiento del aserrín mediante su transformación hidrolítica y como fuentes de biomasa para diversos fines. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río.
- ANUIES. (2005). Colección de documentos: premio de servicio social. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco: ISBN 970-704-086-6.
- Asesores especializados. (15 de Junio de 2010). www.madera.com. Recuperado el 10 de junio de 2014
- Camacho, A. (2010). ¿Por qué y cómo secar madera? AITIM.
- Disglide, D. (2013). Proyecto de creación de una fábrica de briquetas de aserrín en Santa Rosa del Aguaray. Santiago: Facultad de ciencias empresariales: Universidad Tecnológica Continental.
- Flores, R. (2007). Análisis de la industria de la madera aserrada en México. *Madera y bosques*, 3(5), 13, 47-59.



Gallipolit, V. (24 de Junio de 2014). www.asades.org. Recuperado el 14 de Septiembre de 2014, de <http://www.asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2012/2012-t006-a004.pdf>

Guerra, F. J., Mallén, C., Struck, A., & Varela, T. (2008). Tesis: Secado por transporte neumático. México D.F.: Universidad Iberoamericana.

Kendall, K. E., & Kendall, J. (2005). Análisis y diseño de sistemas. México D.F.: ISBN: 970-26-0577-6.

Kunii, D. (1969). Fluidization Engineering. New York: John Wiley & Sons.

López, M. Y. (2008). Perspectivas para la utilización del aserrín en la producción de tableros de madera plástica con propiedades ignífugas. Colombia: Centro de investigación y servicios ambientales.

López, Y. M. (2012). Perspectivas para la utilización del aserrín en la producción de tableros madera plástica con propiedades ignífugas. Medellín Colombia: [22] López, Y. M. (2012). Perspectivas para la utilización del aserrín en la prodCentro de Investigaciones y servicios ambientales.

Moreno, R. (1989). Fluidización de aserrín: experimentación y estudio de correlaciones. Santiago de Chile: IV congreso Nacional de Ingeniería Mecánica.

Roa, R. (junio de 12 de 2014). Características técnicas del secado de aserrín.

Salas, C., Moya, R., & Córdoba, R. (2008). Diseño y construcción de un secador solar para madera. Kurú: revista forestal, 1(1), 14.

SEMARNAP. (2007). Guía forestal. México D.F.: Secretaría del medio ambiente.

Universidad Autónoma de Yucatán. (2010). usos de aserrín de pino como fuente de fibra en dietas para borregos en cebo. Redalyc, 4(6), 1-7.

Venecek, V. (1969). Fluidized Bed Drying. London: Leonard Hill.

Diseño y desarrollo de refacciones mecánicas para máquinas Tricotosa, utilizando tecnología de impresión 3D

Francisco Orozco García¹, Yaraset Reyes Sánchez¹, Armando Olvera Jiménez¹

¹ Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan El Saucillo, Huichapan Hgo. México.
forozco@iteshu.edu.mx, yreyes@iteshu.edu.mx, aolvera@iteshu.edu.mx

Resumen— El proyecto de desarrollo tecnológico de manufactura mediante tecnología de impresión 3D, para las refacciones empleadas en las máquinas Tricotosa rectilínea de la empresa Ram Cid, consistió en desarrollar piezas de refacciones no disponibles en el mercado nacional y que deben ser importadas a un costo elevado, con los consecuentes problemas en los tiempos de entrega. El método utilizado para el desarrollo del presente proyecto, fue el APQP o Advanced Product Quality Planning, que es un conjunto de procedimientos y técnicas utilizadas para el desarrollo de productos en la industria, así como la modelación de piezas mediante CAD (diseño asistido por computadora), situación que permite la posterior elaboración de los prototipos con la tecnología de manufactura de impresión 3D. El material para la impresión 3D seleccionado fue el termoplástico ABS, ampliamente utilizado en la industria para diversos procesos, que van desde la creación de prototipos rápidos de plástico, hasta la impresión 3D del producto terminado. La impresora 3D Stratasys modelo sst 1200es, utiliza la tecnología de impresión FDM (tecnología de Modelado de fusión por deposición) misma que se ubica en el laboratorio de Ingeniería Industrial.

Abstract— The technological development project of manufacturing using 3D printing technology for the spare parts used in the machines Straight Tricotosa of the company Ram Cid, was to develop parts of spare parts not available in the national market and that must be imported at a high cost and with The consequent problems in the delivery time. The method to be used for the development of this project will be the APQP or Advanced Product Quality Planning, which is a set of procedures and techniques used for the development of products in the industry, as well as the modeling of such parts by CAD (Assisted Design By computer), that allows the later elaboration of the prototypes with the technology of manufacture of impression 3D. The material for selected 3D printing is ABS thermoplastic, widely used in the industry for various processes ranging from the creation of rapid prototypes of plastic to 3D printing of the finished product. The 3D printer uses the FDM (Layout Melting Modeling technology) printing technology that is located in the Industrial Engineering laboratory.

Palabras clave — Diseño asistido, modelado, prototipo rápido, prototipo virtual, termoplástico.

I. INTRODUCCIÓN

Al realizar un primer acercamiento con la empresa, se familiarizó con las máquinas Tricotosa y se observó que algunas refacciones mecánicas eran obsoletas al estar construidas con materiales que actualmente están en desuso, siendo estas indispensables para su funcionamiento, por lo anterior, se determinó enfocarse al rediseño de las piezas obsoletas. Por lo tanto, se utilizó la impresión 3D que es un método de fabricación utilizado por diseñadores, científicos, ingenieros, estudiantes, etcétera. Debido a las grandes ventajas que posee con respecto a otras técnicas de manufactura, en la actualidad se utiliza en todas las áreas del conocimiento para el desarrollo de prototipos, partes y piezas. [1] La modelación de los prototipos se realizó mediante diseño asistido por computadora (CAD), ya que cubre varias tecnologías automatizadas, como las gráficas de computadora, para examinar las características visuales de un producto. Los sistemas sofisticados de CAD pueden hacer pruebas en pantalla, reemplazando así las primeras fases de las pruebas y la modificación de prototipos. [2] Para el diseño y desarrollo del prototipo, se utilizó el software Solidworks y la impresora con que se cuenta en la institución; esta es una impresora 3D Stratasys que permite crear modelos y prototipos para diseñar y probar productos nuevos, así como para construir productos finales a bajo volumen. Todas las impresoras 3D Stratasys construyen las piezas capa por capa, esto es, por medio de la tecnología FDM (Modelado de fusión por deposición). El interés en el uso de este tipo de elementos, fue porque permitió realizar un análisis comparativo del material con el que están construidas las piezas a sustituir contra el material propuesto para construir dichas piezas, que es el material

termoplástico ABS; nombre que se da a una familia de termoplásticos. Las siglas se refieren a los tres monómeros utilizados para producir el ABS (acrilonitrilo, butadieno y estireno). Los materiales ABS son importantes por sus propiedades para la ingeniería, como su buena resistencia mecánica y al impacto, combinadas con su facilidad de procesamiento. La amplia variedad de propiedades útiles para la ingeniería exhibidas por las resinas ABS se debe a las propiedades que les aporta cada uno de sus componentes. El acrilonitrilo provee resistencia térmica y química, y dureza; el butadieno proporciona resistencia al impacto; y el estireno imparte brillo superficial, rigidez y facilidad de procesado [2]. Por lo que se cumplió el objetivo de manufacturar mediante tecnología de impresión 3D, las partes de refacción de las maquinas Tricotosa rectilínea solicitadas por la empresa Ram Cid como una opción económica factible, cumpliendo con las especificaciones de entrega y desempeño.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Como método para el desarrollo del presente proyecto, se empleó el APQP o Advanced Product Quality Planning, el cual es un marco de procedimientos y técnicas utilizadas para el desarrollo de productos en la industria, en particular la industria automotriz. Consiste en una metodología estructurada para desarrollar productos/servicios cuya finalidad es asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente, involucrando a los proveedores y al cliente final. El objetivo de un planeación de calidad de un producto es facilitar la comunicación con todos los involucrados para lograr un diseño y proceso sin fallas, incrementar la productividad y mantener la calidad esperada por nuestro cliente. [3] Esta metodología consta de varias etapas que se alienan con el famoso PDCA. Dichas etapas son las siguientes:

- 1- Planificación y definición de un programa.
- 2- Diseño y desarrollo del producto
- 3- Diseño y desarrollo del proceso
- 4- Validación del producto y del proceso
- 5-Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas

Siguiendo los pasos, primero se desarrolló un programa en conjunto con la empresa Ram cid, donde se planificaron las actividades que

permitieron alcanzar el resultado final del proyecto. En el segundo paso se tomaron medidas de las refacciones que requería la empresa, para después dibujarlas en 3d con el software Solidworks, las cuales se muestran en la figura 1 y 2

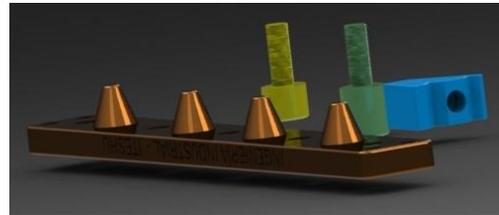


Fig. 1 Pieza 1



Fig. 2 Pieza 2

Una vez obtenidos los diseños por medio de Solidworks, se procedió a imprimirlos en 3D haciendo uso de la impresora con que cuenta el laboratorio de Ingeniería Industrial del ITESHU. Como cuarto paso se probó su funcionamiento en una máquina Tricotosa de la empresa Ram Cid, situación que permitió validar el prototipo al probar su funcionalidad. la pieza de la figura 1 no tuvo problemas al desempeñarse correctamente, mientras a la pieza 2 de la figura dos, el dueño le hizo una observación; sugirió que las ranuras fueran de un radio mayor para que tuviera más agarre en la tela, situación que se revisó y se realizó la modificación al prototipo, ver figura 3 y 4. Con esta modificación se imprimió el modelo final, el cual se probó nuevamente en la máquina textil, dando un mejor resultado en lo referente al agarre de la tela, pues mostro una mayor tensión y control de la misma, al contar con un radio mayor y por consecuencia un área mayor de contacto en el acabado de las ranuras de la cara exterior del cilindro.

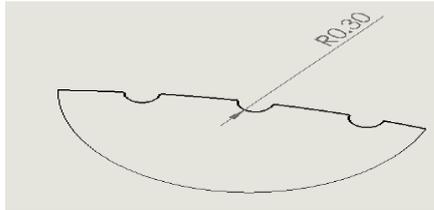


Fig. 3 Radio 0.3 primer prototipo

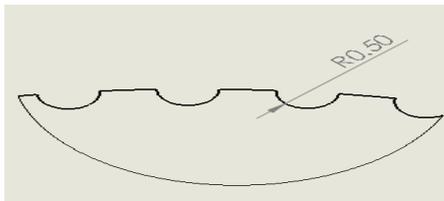


Fig. 4 Radio 0.5 segundo prototipo

Como se muestra en la figura 4, se modificó el radio de ranura dando resultados positivos para el proceso.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La impresión 3D es un proceso de manufactura que se basa en la fabricación de prototipos, partes y piezas funcionales. El utilizar este método ayudo a elaborar en forma rápida un prototipo para la máquina Tricotosa, el cual se instaló en la mencionada máquina funcionando correctamente, la pieza final quedó como se aprecia en la figura 5.



Fig. 5 Pieza final

La figura anterior muestra la pieza final ya modificada, después de ser validada por el empresario, ya que la pieza original cuenta con un radio menor en la ranura y a este modelo final, se le aumento el radio por lo que el prototipo presentó un mejor agarre en la tela y de manera general un mejor desempeño en sus funciones de rodillo tensor, además de mostrar un menor desgaste al modificar el tipo de ranuras. Esta técnica de prototipo rápido se aplicó en

fabricación rápida de maquetas y prototipos, dicha técnica es aquella que, partiendo del modelo electrónico de un proyecto de construcción, obtiene de forma rápida, automática y fidedigna una maqueta física del proyecto a una escala previamente definida [4]. Otro uso es en las bibliotecas públicas donde las impresoras 3D se plantean como un elemento más en un espacio de creación que ofrece a los usuarios unos equipos fuera del alcance de la mayoría [5]. Esta tecnología se aplicó en la medicina, específicamente en problemas craneofaciales, con la cual se pueden fabricar modelos solidos por 3D Adición de materia, utilizando prototipos rápidos [6]. Como se ve la técnica de prototipo rápido utilizando diseño asistido por computadora e impresión 3D, es una tecnología que se utiliza para diferentes aplicaciones; es así que se aplicó en forma satisfactoria en la fabricación de refacciones para una máquina Tricotosa.

IV. CONCLUSIONES

La impresión 3D es una tecnología que está en constante crecimiento y, por lo tanto, es necesario avanzar en materia de investigación, con el fin de conocer sus capacidades y también sus dificultades, para así poder mejorar el proceso. Este estudio permitió fabricar refacciones difíciles de conseguir y con altos costos de la maquina Tricotosa, utilizando la tecnología 3D, dichas piezas de refaccionamiento se encuentran operando satisfactoriamente en la máquina textil.

REFERENCIAS

1. L. Alvarez, F. Lagos, M. Aizpun. La Influencia del porcentaje de relleno en la resistencia mecánica en impresión 3D, por medio del método de Modelado por Deposición Fundida (FDM). Revista chilena de ingeniería, vol. 24. Número Especial, 2016, pp. 17-24ed.
2. William F. Smith, J. H. Los Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. México, McGraw-Hill, Interamericana editores. 2006.
3. (2012) pdcahome.com website. [Online]. Available: <http://www.pdcahome.com/2064/planeacion-avanzada-de-la-calidad-del-producto/>
4. I.A. Domínguez, C. L. Romero. "Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción " Revista de la construcción., vol. 12, pp. 39-53, Nov. 2013.
5. Comalat-Navarra, Maite. "Bibliotecas Públicas e impresoras " El profesional de la información" ., vol. 24, pp. 185-192, Mar. 2015.
6. Isaza J.F, Naranjo M. "Prototipaje Rapido de estructuras craneofaciales" Investigación y desarrollo., vol. 4, pp. 27-43, Dic. 2008.

Administración de la cadena de valor mediante el control de inventarios

Gregorio Ventura Elisa¹, Hernández Irineo Isael², Mata Blas Uriel³, Mendoza Martínez Víctor Itzama⁴, Reyes Trejo Rosa Elia⁵, Trejo Jiménez Guillermina⁶, Yaraset Reyes Sánchez⁷, Armando Olvera Jiménez⁸

Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Resumen— Este análisis expone el proceso de implementación y los resultados más relevantes de la metodología 5'S aplicadas en las diferentes áreas de almacén que conforman una empresa ferretera de la región.

Haciendo énfasis especial en la necesidad de mitigar el principal problema que presenta dicha empresa, problema que no permite llegar al objetivo general, el cual es la excelencia en los procesos logísticos de la cadena de valor y brindar al cliente final un mejor servicio.

Los resultados muestran los beneficios que se obtienen con la aplicación de esta metodología, lo anterior, con el fin de impulsar una cultura organizacional dentro de la mencionada empresa.

Abstract.- This analysis exposes the deployment process and the most relevant results of the methodology 5'S applied in the different áreas.

Giving special emphasis to the need to mitigate the main problem that presents such a company, problem that is not allowed to reach the overall goal, which is the excellence in the logistical processes of the value chain and provide the end client with a better service.

The results show the benefits that are obtained with the application of this methodology, the purpose of this is to encourage an organizational culture.

Palabras clave—Seleccionar, Redistribución, diseño, LayOut, tiempo estándar.

I. INTRODUCCIÓN

Analizando la importancia de la empresa, la logística cumple un rol muy impórtate debido a que debe presentarse un producto de alta calidad, entrega a tiempo y garantía confiable, generando un alto grado de servicio y satisfacción al cliente.

Determinando que dentro de su cadena de valor la empresa desarrollaba actividades que no generaban valor al producto, tales como: la mala comunicación entre el departamento y el cliente, compras por adelantado sin sustento “por si acaso se vende”, permanencia de las primeras

entradas, en lugar de aplicar el principio “PEPS”, mal aprovechamiento de las instalaciones debido a la distribución inadecuada, baja rotación de inventarios, mal control de inventarios, falta de organización en el lugar de trabajo entre otros. [1]

Se aplicó la metodología 5'S como sistema para mantener organizada, limpia, segura y sobretodo productivo el área de trabajo [2], ordenando los artículos mediante el método de popularidad, asignando los lugares de más fácil acceso en el almacén a los artículos de mayor rotación de inventarios. [3]

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en la empresa ferretera, en el área de almacenes, haciendo uso de herramientas tales como Metodología 5's, Redistribución de planta, Principio de popularidad y técnicas para el estudio y medición del trabajo, así como de los software AutoCAD, SolidWorks, Word, Minitab, CorelDraw.

Para el desarrollo del proyecto se aplicará la metodología PDCA, ya que es una metodología utilizada en un gran número de empresas en diversos giros de la industria y se ha colocado como una de las formas documentadas más poderosas para resolver problemas de una manera sistemática. Además es utilizada para la eliminación y/o reducción de problemas, basado en 4 pasos básicos: (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) que fueron ideados por Walter A. Shewhart y complementados más tarde por William Edwards Deming.

1. Planificar

Formación de un equipo de trabajo multidisciplinario. Determinación de áreas en las que se aplicó la metodología 5'S, las cuales se muestran a continuación: Almacén 1, el cual contiene artículos de poco volumen y cuya distribución se muestra en la figura 1.

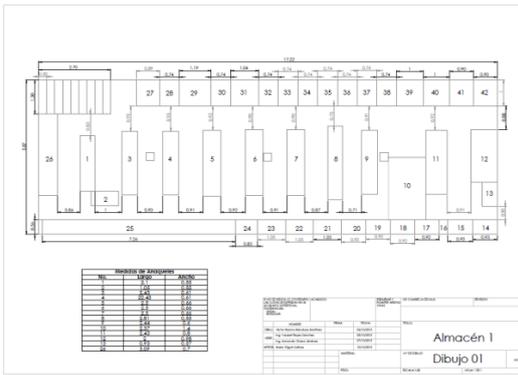


Figura 1. LayOut de Almacén 1 antes de la implementación

Almacén 2, mostrado en la figura 2, contiene artículos cuyas dimensiones (longitud y/o volumen) son muy grandes.

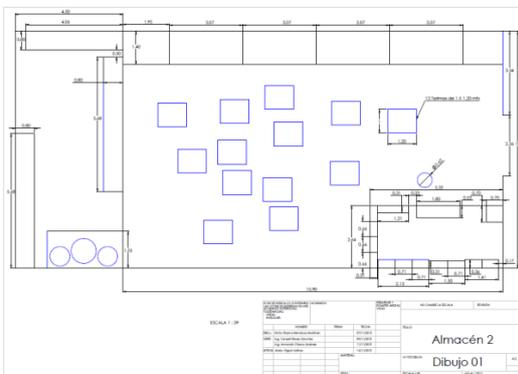


Figura 2. LayOut de Almacén 2 antes de la implementación.

Almacén 3, contiene artículos cuyo material requiere de mayor cuidado al manipularlo, ya que este es muy frágil. Su distribución se muestra en la figura 3.

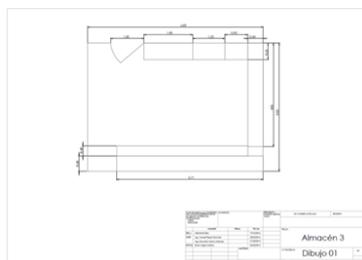


Figura 3. LayOut de Almacén 3

Mediante las técnicas de estudio y medición del trabajo, se recolectaron datos acerca del tiempo de atención al cliente, con los cuales se determinó el tiempo estándar, que contribuyó a la elaboración de estrategias que permitieron la optimización del proceso.

2. Hacer

- Redistribución de cada una de las áreas antes mencionadas. Los layouts propuestos para los almacenes 1 y 2 se muestran a continuación:

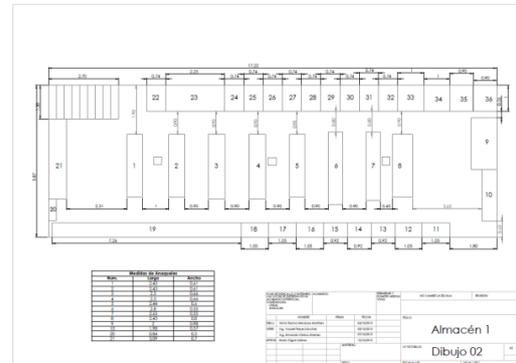


Figura 4. LayOut de Almacén 1 actual

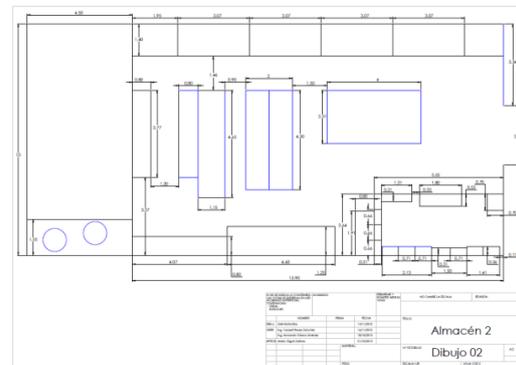


Figura 5. LayOut de Almacén 2 actual

Clasificar la totalidad de los artículos mediante el principio de popularidad de almacenamiento, así como diversas características para facilitar la búsqueda de artículos.



Figura 6. Clasificación de artículos

- Ordenar en base a las dimensiones de los artículos y limpiar para gozar de un ambiente de trabajo más seguro y placentero.



Figura 7. Limpieza.

- Adquisición de gavetas del mismo tipo, color y material, para colocar los artículos existentes en el almacén 1.



Figura 8. Estandarización

- Diseño de mobiliario para artículos diversos.

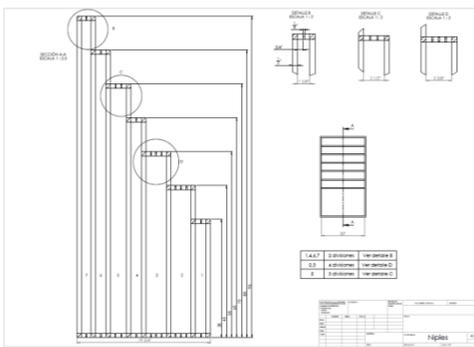


Figura 9. Estructura para Niples

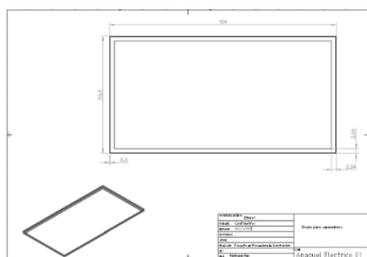


Figura 10. Estructura para marcos de los anaqueles

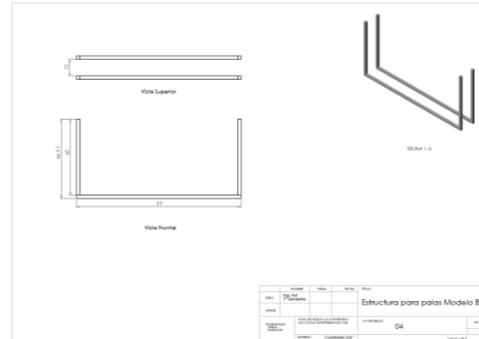


Figura 11. Estructura para palas

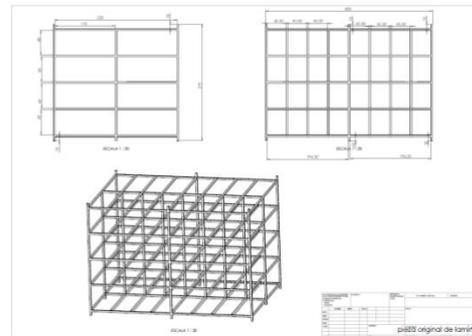


Figura 12. Estructura para láminas

- Usar controles visuales para mantener ordenados los artículos.



Figura 13. Etiqueta para artículos.

3. Verificar

Analizar el nuevo proceso para determinar la reducción de las desviaciones y determinar la reducción del tiempo de atención al cliente, así como el volumen ocupado para cada uno de los almacenes.

Inicialmente se realizó una evaluación de 5 S's para identificar las áreas de oportunidad, la cual fue realizada por los asesores del proyecto mediante una plantilla arrojando el resultado que se muestra en la figura 14.

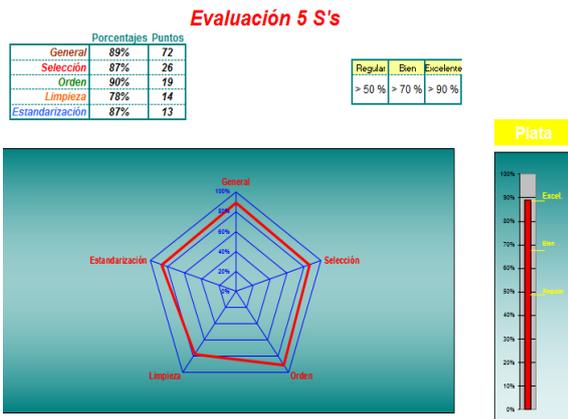


Figura 14. Evaluación de 5S's antes.

Obteniendo un resultado del 30%, indicando así la necesidad de la implementación de 5S's en la mencionada área.

4. Actuar

- Capacitar al personal para convertir en hábito la metodología de las 5's.
- Realizar auditoria de la metodología 5's con el fin de evaluar el cumplimiento de cada una de las S dentro del almacén donde fue aplicada dicha metodología.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Posteriormente se realizó una evaluación de 5's con la misma plantilla después de la redistribución y la aplicación de esta por los asesores del proyecto, ver figura 15.

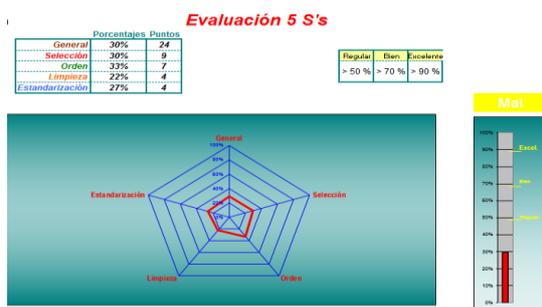


Figura 15. Evaluación de 5S's después.

Por lo tanto en la evaluación de 5's se obtuvo un 89%, la cual muestra un buen resultado, detectando el área de limpieza con una valoración baja; debido a que el ramo de la empresa es de ferretería, existe gran cantidad de polvo y es complicado controlar ese aspecto. Teniendo en cuenta un panorama general se realizó una mejora en el área de 5S's de 59%.

Para evaluar y determinar los resultados respecto a la redistribución de planta, se realizaron cálculos de volumen de los almacenes en diferentes aspectos; el primero fue volumen total, prosiguiendo con el volumen ocupado antes, y volumen ocupado después.

Tabla 1 Volumen total y ocupado del almacén 1

ALMACÉN 1				
VOLUMEN TOTAL	ANTES	%	DESPUES	%
321.31	189.60	59.01	124.54	38.76
TOTAL		59.01	TOTAL	38.76
REDUCCIÓN DE ESPACIO %				20.2

En el almacén 1 se obtuvo un volumen total de 321.31, antes de implementar el proyecto se ocupaba 59.01% del volumen total, actualmente se ocupa el 38.76% teniendo la misma gama de artículos.

Tabla 2 Volumen total y ocupado del almacén 2

ALMACÉN 2					
	VOLUMEN TOTAL	ANTES	%	DESPUES	%
A	790.94	185.97	23.51	242.55	30.67
B	174.60	68.17	39.05	27.06	15.50
TOTAL		62.56	TOTAL	46.17	
REDUCCIÓN DE ESPACIO %				16.4	

En el almacén 2 se obtuvo un volumen total de 965.54, antes de implementar el proyecto se ocupaba 62.56 % del volumen total, actualmente se ocupa el 46.17% teniendo la misma gama de artículos.

Por lo tanto se obtiene una reducción de espacio general del

36.6% considerando la misma gama de artículos.

Para evaluar y determinar los resultados de este estudio se utilizó la estadística que trata de recopilación, presentación, análisis y uso de la información para resolver problemas, tomar decisiones, desarrollar estimaciones, diseñar, desarrollar productos y procedimientos [4], y con el uso de la estadística básica mediante el software Minitab 15 se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realizó una prueba de normalidad a las muestras de los tiempos obtenidos antes y después de realizar la redistribución del almacén 1 para identificar la media de los datos y su desviación estándar como se muestra en la (figura 16 y 17).

Media	52.13	Media	42.48
Desv.Est.	19.07	Desv.Est.	17.56
N	20	N	20
AD	0.267	AD	2.034
Valor P	0.648	Valor P	<0.005

Figura 16 Antes Figura 17 Después

Al analizar los datos obtenidos en la prueba de normalidad, se obtiene que después de realizar la redistribución del almacén se reduce la media en el tiempo de entrega de materiales al cliente en un 18.51%, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3 Determinación de reducción de tiempos

TIEMPOS DE ENTREGA AL CLIENTE					
	MEDIA	%		MEDIA	%
ANTES	52.13	100	DESPUES	42.48	81.49
			REDUCCION DE TIEMPO %		18.51

De igual forma se determinó la eficiencia en el servicio de atención al cliente, teniendo como meta atender a 90 clientes por hora. Tomando en cuenta los datos de la tabla

3 se obtuvo la capacidad de atención antes y después de la implementación, logrando de esta manera un aumento en la eficiencia del 17.8%, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4 Determinación de la eficiencia

META	ANTES	%	DESPUES	%
90	69	76.6666667	85	94.4444444
	TOTAL	76.6666667	TOTAL	94.4444444
	AUMENTO EFICIENCIA			17.8

IV. CONCLUSIONES

Es muy importante que cada miembro perteneciente a la empresa antes mencionada

esté dispuesto a mejorar el nivel de calidad en el servicio, así como el contribuir al mantenimiento y conservación de los almacenes mediante la organización y trabajo en equipo.

Como se pudo observar la importación de excelencia en los procesos logísticos de la cadena de valor y la satisfacción del cliente final al brindarle un servicio de calidad, son significativos para una empresa de servicios.

La aplicación de la metodología 5'S ayudó a la optimización de espacio en los diferentes almacenes, así como a la disminución del tiempo de atención al cliente, ya que el tener un área de trabajo donde los artículos se encuentren seleccionados, organizados, limpios y estandarizados; facilita su identificación y beneficia la rotación de los artículos.

Con los resultados obtenidos se muestran los beneficios logrados con la aplicación de esta metodología, tales como la optimización del espacio de los diferentes almacenes (reducción del 20.2% y 16.4% para el almacén 1 y el almacén 2, respectivamente), la disminución del tiempo en la atención al cliente de 52.13 segundos que tardaban anteriormente a 42.48 segundos, representando una reducción del 18.51 % obteniendo una eficiencia del

94.44% y finalmente el aumento en la rotación de los artículos, así como la capacitación del personal para que el orden y la limpieza se conviertan en un hábito para ellos, logrando de esta forma el impulso de una cultura organizacional dentro de la empresa.

REFERENCIAS

- [1] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*, México: Pearson, 2014.
- [2] L. Socconini y M. Barrantes, *El Proceso de las 5's en Acción*, México: Grupo Editorial Norma, 2006.
- [3] L. Socconini, *Lean Manufacturing*, México: Norma, 2008.
- [4] W. M. Hinnes, *Probabilidad y estadística para ingeniería*, México: Patria, 2011

Deterioro ambiental causas efectos y acciones

Ángel Emilio Bonilla Fernández¹, Alicia Nava Ramírez¹

Instituto Tecnológico Superior De Huichapan, división de Arquitectura; *Camino al Saucillo s/n El Saucillo municipio de Huichapan, Hgo.*

aebonilla@iteshu.edu.mx; anava@iteshu.edu.mx

Resumen— La Revolución Industrial es la causante de grandes cambios en los ámbitos industrial, tecnológico, económico, social y cultural; época de importantes descubrimientos científicos y adelantos en la física, química, mecánica; de grandes transformaciones económicas, tecnológicas y sociales propiciando el paso de una economía rural basada en la agricultura y el comercio a una economía urbana, industrializada y mecanizada. Las nuevas máquinas incrementaron considerablemente la producción industrial a mediados del siglo XVIII e inicio del siglo XIX, combustibles como madera y carbón fueron los primeros utilizados, posteriormente se utilizaron diésel y gas; la quema de estos combustibles fósiles durante más de 180 años, junto con la producción de CO₂ son los principales causantes de las emanaciones de gases de efecto invernadero, fuente principal del deterioro ambiental. Otra causa, la migración del campo a la ciudad creció en forma desmesura, el hacinamiento en las grandes ciudades de Europa y Estados Unidos originó problemas urbanos causantes de epidemias y accidentes mortales de grandes proporciones. En 1832 se inician las primeras acciones emanadas del derecho urbano y la legislación sanitaria asociadas de forma inseparable al espacio construido, al urbanismo. Esta disciplina junto con los avances y descubrimientos científicos de la medicina proporcionaron una mayor expectativa de vida en mejores condiciones, aunque de 1832 hasta la mitad del siglo XX existieron dos conflagraciones mundiales, al término de la segunda el incremento de la población no tiene precedente. La población mundial; en la actualidad, gira alrededor de los 7,500 millones de habitantes y se espera que en 10 años se incremente en 1,000 millones más. Con el incremento poblacional paralelamente aumentará el consumo humano en términos alimentarios, de vivienda, educación, trabajo y productos y servicios de toda índole; principalmente los energéticos. Producir alimentos es la industria que utiliza el mayor porcentaje de la energía que se produce actualmente, de la cual el 85% se produce aún de la quema de combustibles fósiles. Las acciones, se inician con un enfoque social de protesta del grupo de Los Ambientalistas en los 70s del siglo XX. En Estocolmo, Suecia, se inician pláticas serias con la participación de varios países de las Naciones Unidas, que culminan en 1992 con el reporte de Nuestro Futuro Común de Río de Janeiro, Brasil; de donde nace el concepto de

Desarrollo Sustentable y la verdadera preocupación a nivel mundial del deterioro ambiental. Aunque en 1995 nace El Protocolo de Kioto, este se aplica hasta el 2002, cuando se consigue completar el mínimo de países firmantes para su aplicación; en el inter, en 1997, se realiza la reunión de Johannesburgo, Sud África. La aplicación del Protocolo de Kioto, se considera como la primera acción verdaderamente importante en buscar, al menos, aminorar el deterioro ambiental. Este trabajo pretende, en la proporción de nuestras comunidades, mencionar las causas y evitar repetir las. Obtener y aplicar los resultados positivos de las acciones, sin juzgar su contenido político; se pretende analizar la realidad en que nos encontramos y plantear el crecimiento inmediato y prospectivo, para aplicar; a través de la conciencia y la educación de todos los habitantes, los tres ejes rectores del desarrollo sustentable: los aspectos social, económico y ambiental.

Abstract— The Industrial Revolution is the cause of great changes in the industrial, technological, economic, social and cultural ambits; time of important scientific discoveries and advances in physics, chemistry, mechanics; of great economic, technological and social transformation that promote the transition from a rural economy based on agriculture and commerce to an urban, industrialized and mechanized economy. The new machines considerably increased industrial production in the mid-eighteenth century and the beginning of the nineteenth century, fuels such as wood and coal were the first used, then used diesel and gas, the burning of these fuel wires for more than 180 years, together with the production of CO₂, are the main cause of the emanations of greenhouse gases, the main source of environmental deterioration. Another cause, the migration from the countryside to the city grew in excessive form, the overcrowding in the great cities of Europe and the United States caused urban problems causing epidemics and fatal accidents of great proportions. In 1832 the first actions started of the urban law and sanitary legislation associated inseparably to the built space, to urbanism. This discipline together with the advances and the scientific discoveries of the medicine provided a greater expectation of the life in better conditions, although

from 1832 until the middle of century XX they existed of the ammunitions of the conflagrations, the term of the second the increase of the Population is unprecedented. The world population; at present, it revolves around the 7,500 million inhabitants and is expected in 10 years to increase by 1 billion more. With the population increase in parallel, human consumption will increase in food, housing, education, labors and products and services of all kinds; mainly the energetics. Food products is the industry that uses the highest percentage of power currently produced, of which 85% is still produced from the burning of fossil fuels. The actions began with a social protest approach of the group of Environmentalists in the 70's of the twentieth century. In Stockholm, Sweden, it is in the list of countries of the United Nations, culminating in 1992 with the report of Our Common Future of Rio de Janeiro, Brazil; From where the concept of Sustainable Development emerges and the true concern is a global level of environmental deterioration. Although in 1995 the Kyoto Protocol applies until 2002, when the minimum number of signatory countries is achieved for its implementation; In 1997, the meeting was held in Johannesburg, South Africa. The implementation of the Kyoto Protocol is considered as the first truly important action in seeking, at least, to reduce environmental deterioration. This work seeks, in the proportion of our communities, to mention the causes and avoid repeating them. Obtain and apply the positive results of the actions, without judging their political content; It intends to analyze the reality in which it is and to propose immediate and prospective growth, to apply; through the conscience and education of all inhabitants, the three guiding axes of sustainable development: social, economic and environmental.

Palabras clave — Deterioro ambiental, industria, población, energía, desarrollo sustentable.

I. INTRODUCCIÓN

En la segunda parte del siglo XVIII y comienzos del XIX tuvo lugar un periodo que quedó en la historia con el nombre de Revolución Industrial, época de grandes transformaciones en los ámbitos tecnológico, económico, social y cultural, que tuvo su epicentro en Inglaterra, se definió como la sustitución progresiva de la fuerza y de las herramientas manuales por la máquina [1]. La aparición de la maquina es inmediato resultado de importantes descubrimientos científicos y de los adelantos de la física, la química y la mecánica que permitieron la realización de grandes avances en el campo de la industria [2]. En esos años se vivió el mayor conjunto de transformaciones

económicas, tecnológicas y sociales de la historia de la humanidad desde el neolítico; se vivió el paso de una economía rural basada fundamentalmente en la agricultura y el comercio a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada [3]. Inventos como la maquina hiladora de Jaime Hargreaves en 1764, veinte años después, en 1784 Edmundo Cartwright inventó el telar mecánico que operaba con fuerza hidráulica, en 1793 Eli Whitney inventó la desmotadora de algodón y en 1790 Samuel Slater construyo el primer telar mecánico [2].

La invención de las máquinas textiles nos hace pensar en los enormes beneficios que iniciaron con esta revolución. A partir de entonces la producción en todos los aspectos fue un modelo a seguir. Esa producción en masa creó la necesidad de nuevas carreteras y nuevos medios de comunicación. Nació la máquina de vapor, el ferrocarril, el automóvil. Era necesario contar con mejores medios de comunicación, se dio inicio a la construcción de carreteras y puentes.

¿Cómo se movían esas máquinas? ¿Cuál era la energía que se utilizaba? Su propio músculo fue el primer caudal de energía que utilizó el hombre, más tarde utilizo a los animales como el caballo, el buey, el camello, el elefante. La utilización de la rueda significó el paso del sistema de tracción al de rotación, acrecentó con ello la capacidad de transporte de los animales, también; se inició el uso de la fuerza hidráulica. En 1795 Jacobo Watt inventa la máquina de vapor y en el siglo XX aparece la energía eléctrica [4].

Con mayor rapidez se buscaron las energías que movieran esa maquinaria. En Inglaterra, siendo el país en donde inició de la revolución industrial, la producción de acero se inició fundiendo el mineral de hierro en hornos que utilizaban el carbón vegetal como combustible, posteriormente se utilizó el carbón mineral y a estos los vino a sustituir el petróleo, siendo en la actualidad la industria del carbón y la petrolífera de las más grandes del mundo [4].

Ocampo Ruiz Ernesto (2010) señala que existen dos revoluciones industriales la del siglo XVIII, de la máquina de vapor y la del siglo XIX, la de la producción en masa en la que se utilizaron, además del carbón y el gas, el petróleo.

Carbón, petróleo y gas son los tres combustibles fósiles que conjuntamente producen más del 85% de la energía utilizada actualmente en el mundo. Y la quema de estos tres combustibles fósiles produce la mayor parte de los GEI y CO₂, causantes principales del calentamiento global y el deterioro ambiental. Desgraciadamente seguirá obteniéndose la energía de esos materiales seguramente hasta que se agoten. La producción de energía es la industria número uno a nivel mundial con el 36% del total. Se estima que para el año 2020 la producción de energía será del 40% [5].

La generación de energía está íntimamente ligada al PIB de cada país y, aunque los Estados Unidos de América ya no es el país número uno en la producción de energía; es el segundo país que consume más energía por habitante, está después de Japón; pero predicen los norteamericanos que tanto China como India aspiran a tener el consumo de energía que ellos tienen, puesto que *“incrementar el consumo de energía es señal de una mejor calidad de vida”* [5] y eso es el ideal de cualquier pueblo.

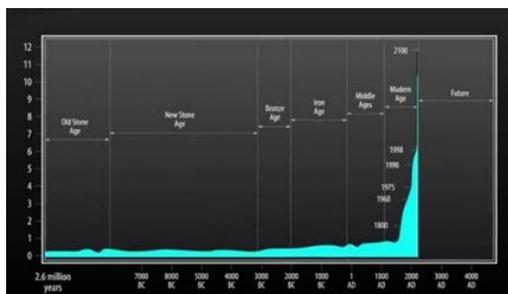


Figura 1. Incremento de la población mundial desde el año 0 a 2015 Fuente: un. M-v. Get a data (2015)

La FIGURA 1., muestra el incremento de la población desde el año cero de nuestra era y es notorio el crecimiento desde el año 1750, cuando inicia la Revolución Industrial, no precisamente por esta misma, sino, que de alguna forma se comienzan a tener recuentos de la población. En la actualidad se estima que la población mundial es de más de 7,500 millones de personas y el incremento poblacional aumenta considerablemente.

A partir de 1832 comienzan a darse los primeros pasos para la aplicación de una legislación sanitaria asociada de forma inseparable con el entorno constructivo y con sus recientes

transformaciones. En 1932 en Inglaterra se realizó el primer informe completo haciendo referencia a las condiciones higiénicas de la clase trabajadora [6].

La población mundial actual es de más de 7,500 millones de personas, las estimaciones recientes de las Naciones Unidas indican que para el año 2025 será de 8,500 millones. En el análisis realizado, el ritmo de crecimiento se observa que después de la Segunda Guerra Mundial se produce una explosión demográfica sin precedentes, producto de un aumento de la tasa de crecimiento [7].

La expectativa de vida se incrementó por las nuevas condiciones, sobre todo para la disminución de la tasa de mortalidad infantil. El índice de natalidad y supervivencia superó ampliamente al índice de mortalidad. Al incremento poblacional, se aumentó paralelamente el *“consumo humano”* en términos energéticos, alimentarios y en general de productos y servicios [7].

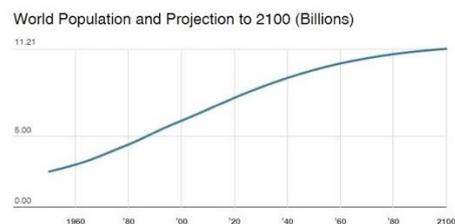


Figura 2. Proyección de la población mundial para el año 2100. Fuente: un. M-v. Get a data (2015)

En la figura anterior se muestra la estimación de las Naciones Unidas del incremento poblacional para el año 2100.

La problemática del crecimiento poblacional no fue abordada sino hasta 1970, en donde los cuestionamientos sobre la irracionalidad de los modelos de crecimiento, ocuparon los principales focos de atención e incursionaron a los más altos niveles de dirección internacional y mundial [7].

También en los 70s del siglo XX un grupo social, tal vez, producto de los Movimientos Estudiantiles de 1968, autollamado *“Los Ambientalista”*, advierten del gran problema ambiental que no se había atendido y que comenzaba a ser crítico. Es así como la década

de los 70s marca el inicio de una mayor conciencia ambiental. La FIGURA 3., muestra el crecimiento prospectivo estimado por regiones.

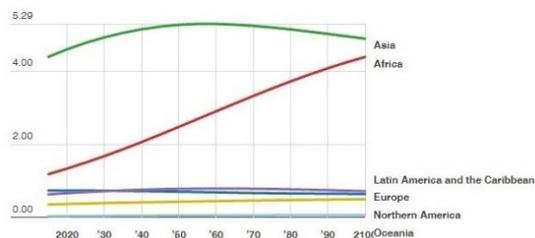


Figura 3. Crecimiento poblacional prospectivo hasta 2100. Fuente: un. M-v. Get a data (2015)

II. ACCIONES

El Informe de la doctora Gro Harlem Brundtland es un reporte socio económico y ambiental presentado luego de la Comisión Mundial del Ambiente y el Desarrollo celebrada en Tokio, Japón, en 1987. Aunque se llevaban años de infructuosas reuniones alrededor del mundo. El reporte evidencia en síntesis los problemas ambientales globales y propone una serie de medidas que deben ser consideradas para revertir el proceso. El Informe Brundtland se destaca por abordar oficialmente, por primera vez, el concepto sobre el profundo cambio en la relación “ser humano-planeta” durante el siglo XX, destacando como el crecimiento demográfico desmedido y el aumento en el uso de la tecnología estaban provocando una alteración evidente en la atmósfera, el suelo, el agua, la flora, la fauna y las relaciones entre todos estos elementos [8].

En este informe se planteó el aspecto de la riqueza de los países de primer mundo y la explotación de ellos a los países con aspiraciones de crecimiento y desarrollo. También se planteó, aunque sin éxito, la culpabilidad de una industrialización y crecimiento sin considerar el ambiente. Se comenzó a tratar, no de encontrar culpables; sino de terminar el deterioro y revertirlo; si era posible. Ahora nos damos cuenta que no podremos revertirlo solo aminorarlo. Por primera vez se plantea la enorme brecha social y económica que se agrandará si los países ricos no aceptan reconocer que el desarrollo debe integrarse bajo los tres ejes que lo conforman los aspectos económico, social y ambiental.

La palabra sustentabilidad comienza a utilizarse en 1971 al presentar la UNESCO el programa “El hombre y la Biosfera”. En 1983 las Naciones Unidas determinan no separar los temas de Desarrollo y Ambiente [9].

En 1987, emanado del Reporte Brundtland, se inicia el uso del término Desarrollo Sustentable, que se hace mundialmente conocido con el informe “Nuestro Futuro Común” generado en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, en 1992 [8].

Se definió al Desarrollo Sustentable como: “Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” buscando la relación directa entre lo ecológico, lo económico y lo social haciendo esa relación soportable, viable y equitativa; pero sobre todo sostenible [8].

Después de muchos esfuerzos desde los 70s un grupo de países preocupados por el deterioro ambiental se ponen de acuerdo y firman “Nuestro Futuro Común”, algunos de los países firmantes, incluso presentaron leyes para evitar el deterioro ambiental.

Parece que ya se tomaría en serio el aspecto del cuidado del ambiente por todos los pueblos de la tierra, habían pasado casi 25 años desde “El Hombre y la Biosfera”, para darse cuenta del enorme daño que se había causado con los modelos erróneos de crecimiento y producción que fueron haciendo más grande la brecha entre los ricos y pobres; continuando con la idea de producir sin el cuidado del único lugar que tenemos para vivir [10].

Posterior a la reunión de Río, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en 1992, alienta a los países a reducir la emisión de gases efecto invernadero. El Protocolo de Kioto estructurado en función de los principios de la Convención, establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de la quema de

combustibles fósiles desde la Revolución Industrial; hace más de 180 años.

El Protocolo de Kioto es lo que “pone en práctica” las resoluciones de la convención y tiene por principio central el de la “responsabilidad común pero diferenciada” [4] [10]. Se consideró como el primer esfuerzo de importancia hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción de los GEI y proporcionó la apertura esencial para cualquier acuerdo mundial sobre el cambio climático. Para el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto en 2012, tenía que haber quedado decidido y ratificado un nuevo marco internacional que pueda aportar las severas reducciones de las emisiones que claramente ha indicado el IPCC [8].

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático fue establecido conjuntamente en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el mandato de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas para formular estrategias de respuesta realistas. Las evaluaciones del IPCC, publicadas en varios volúmenes, han desempeñado un papel primordial ayudando a los gobiernos a adoptar y aplicar políticas de respuesta al cambio climático, y particularmente en respuesta a las necesidades de asesoramiento fidedigno de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), constituida en 1992 y del Protocolo de Kyoto de 1997 [11].

En 1997 fue cuando los miembros de la Convención Marco sobre el Cambio Climático decidieron que la convención tenía que incorporar un acuerdo internacional vinculado al acuerdo existente, pero con autonomía propia: “El Protocolo”, con la característica principal de tener objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases efecto invernadero para las principales economías mundiales que los hayan aceptado. El objetivo global era reducir el 5% para los países desarrollados con respecto a los niveles de 1990; el 8% a la Unión Europea central y oriental; Estados Unidos el 7%;

Hungría, Japón y Polonia el 6%. La Unión Europea estableció su propio acuerdo interno para alcanzar el objetivo del 8% distribuyendo diferentes porcentajes entre sus Estados Miembros, los objetivos oscilaron entre recortes del 28% en Luxemburgo y el 21% en Dinamarca y Alemania a un aumento del 25% en Grecia y el 27% en Portugal. Las condiciones eran duras, pero se ofreció flexibilidad para el cumplimiento de los objetivos, se podían compensar parcialmente sus emisiones en otros países, podían pagar proyectos en el extranjero con resultados en la reducción de los gases de efecto invernadero. Se establecieron varios mecanismos con este fin: “Comercio de Derechos de Emisiones”, “Mecanismo para un Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta”, algunos países de primer mundo optaron por proporcionar recursos a países de tercer mundo, propiciando con ello mayor corrupción. Estados Unidos y Australia abandonaron el Protocolo de Kyoto [11].

Estados Unidos y Australia posteriormente anunciaron junto con China, India, Japón y Corea del Sur la creación de una Asociación Asia-Pacífico sobre Desarrollo Limpio y Clima. Pacto que no impone a sus socios restricciones firmes para disminuir la contaminación. La Asociación, que también se anunció en Washington, pretendía fomentar la creación de tecnologías más limpias para economías que necesitan grandes cantidades de combustibles como China y la India. El argumento de Estados Unidos y Australia por haberse negado a firmar el Protocolo de Kyoto, era de que perjudicaría sus economías incrementando los precios de la energía, además de la pérdida de cinco millones de puestos de trabajo de estadounidenses. China e India si son firmantes del Protocolo de Kyoto, pero al ser economías emergentes, no estaban obligados a reducir sus emisiones [12].

Las emanaciones de gases de efecto invernadero que producen los Estados Unidos, representa más del 25% de la producción mundial y han manifestado junto con Australia que ellos no firmarían el Protocolo de Kyoto.

Lo que verdaderamente necesita el Protocolo de Kyoto es conseguir las ratificaciones suficientes para entrar en vigor. El Protocolo será jurídicamente vinculante cuando lo hayan

ratificado no menos de 55 países, entre los que se cuentan países desarrollados cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono en 1990. Ello no ha ocurrido todavía. Deben decidir adherirse más naciones industrializadas que se verán afectadas por los límites de emisión del Protocolo [12].

Para El Protocolo será un apoyo importante el Mecanismo para un Desarrollo Limpio *“a través del cual los países industrializados pueden cumplir en parte sus objetivos vinculantes de emisión mediante créditos obtenidos patrocinando proyectos que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en los países en desarrollo”* cuenta ya con una junta ejecutiva que está preparando algunas propuestas [12].

El Protocolo de Kyoto, como parte práctica del resultado de Rio de Janeiro, nació con la expectativa de que sería la solución a muchos problemas medio ambientales que se habían tratado desde los 70s del siglo XX, desgraciadamente, desde su nacimiento tuvo problemas. Uno de ellos fue la negativa de varios países, principalmente los más industrializados, de firmar el convenio, argumentando que disminuir su producción industrial sería de graves consecuencias económicas y sociales para ellos. Estados Unidos y Australia, quienes se negaron en un principio a la firma del protocolo, ahora definitivamente, por intereses propios, están fuera de él.

Del 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2015 en París, Francia, se realizó la conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático que concluyó con la adopción de un acuerdo histórico para combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible. El objetivo principal del acuerdo universal es mantener el aumento de la temperatura en este siglo por debajo de los 2°C, e impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura incluso más, por debajo de 1.5°C los niveles preindustriales. Además, el acuerdo busca reforzar la habilidad para hacer frente a los impactos del cambio climático. El Acuerdo de París está apoyado por la Agenda de Acción Lima-París (LPAA, por sus siglas en inglés), una

iniciativa liderada por Francia, Perú, el Secretario General de Naciones Unidas y la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Es el documento más reciente de los esfuerzos globales para revertir el deterioro ambiental y mantener el calentamiento global debajo de los 2°C o hasta en 1.5°C.

III. CONCLUSIONES

Es innegable que la Revolución Industrial es la primera causa de las emanaciones de CO₂ y de los gases de efecto invernadero, innegable también, que nunca se hizo algún esfuerzo por evitar el deterioro ambiental; por falta de visión, negligencia o hasta pensar que la tierra por si misma solucionaría los problemas causados por los humanos.

De la Revolución Industrial, fueron muchos los avances técnicos y tecnológicos, pero también ha sido mucho el daño causado por ese *“progreso”*, que además del deterioro ambiental; también ha deteriorado el aspecto económico conjuntamente con el social, ha hecho más ricos a los ricos continuando con la explotación del pobre, hablando de seres humanos y países.

La Revolución Industrial es la primera causa del deterioro ambiental

Producir energía ha sido desde los finales de los 70s del siglo XX un reto importante para la humanidad, recordemos que la energía no se crea ni se destruye, se transforma. Y, la transformación es a través de la quema de los combustibles fósiles como petróleo, carbón y gas. El 85% de la producción mundial de energía, actualmente sigue siendo por este medio. Estados Unidos ha dejado de ser el primer productor de energía, sin embargo, sigue siendo el consumidor número dos en el mundo, es el país cuyo consumo de energía per cápita es mayor que el de cualquier otro. Pueblos como China e India aspiran a tener el mismo consumo de energía per cápita, puesto que ello para ambos países, representa una mejor forma de vida.

Estados Unidos seguirá produciendo energía de la forma tradicional, a través de la quema de los combustibles fósiles hasta que estos se agoten [5].

El incremento demográfico implica un mayor impacto negativo sobre el ambiente producto de las actividades humanas de todos los sectores: industrial, energético, agropecuario, producción de alimentos, producción de residuos. Consumo de materias primas, sobre todo aquellas provenientes de recursos naturales y el consumo energético, que para las últimas cuatro décadas y tomando valores medios, mientras que el crecimiento demográfico fue de 1.5% por año, el consumo energético creció el 5% por año. Este crecimiento ilimitado de la población mundial conduce inexorablemente al deterioro del ambiente, que sí es limitado en tiempo y espacio produce, como nos muestra la realidad, profundas asimetrías sociales en cuanto a condiciones y calidad de vida que son cada día más graves e inaceptables éticamente [7].

Un rasgo significativo de este crecimiento está dado por el aumento de la población urbana, que crece a un ritmo sostenido de 4% a 7% anual, conduciendo a una expansión desordenada de las ciudades que alcanzan densidades críticas y en las que la presión demográfica potencia graves problemas sociales: marginación, alienación, incremento del delito, falta de alimentos y fuentes de trabajo; traducido, problemas ambientales contaminación en todos los aspectos [7].

Somos casi 7,500 millones de habitantes en el mundo, para el 2015 se consideró un incremento de 1,000 millones más y otros 1,000 millones más para los 10 años siguientes, así que para el 2025 estaremos llegando a 9,500 millones de personas Para el 2100 se estima que seremos 11,200 millones de personas. Dos tercios de la población vive en Asia, principalmente en India y China. Se pronostican 4,400 millones y 4,900 millones de personas respectivamente, para el año 2100. En conjunto esta cantidad representa el 83% de la población mundial. De América, Estados Unidos es el país que más crecerá [7].

Producir alimentos empacados es la industria que consume más energía, China es el país número uno en el consumo de carne, tanto China como los Estados Unidos, prefieren producir fuera de sus fronteras un porcentaje muy alto de los alimentos que consumen.

China, India y los Estados Unidos, sumaran más del 83% de la población mundial para el 2025,

los dos primeros, considerados como economías emergentes hasta la fecha no están obligados a firmar el Protocolo de Kyoto, Estados Unidos ha manifestado que no lo firmará. ¿Qué pasará cuando se solicite la firma de China e India? ¿Se asociarán con Estados Unidos y no lo firmarán?

El Acuerdo de París, con base en el Protocolo de Kyoto es probable que también haya nacido con problemas que será muy difícil solucionar. Se debe pensar en una solución más drástica, se ha mantenido la idea de aminorar el deterioro ambiental, hay que pensar en su destrucción, tal vez haciendo alianzas regionales que ataquen la parte que les corresponde, por medio de acciones reales, a través de la educación desde la infancia y con la ayuda de los enormes capitales que se han hecho causándolo, es hora de la resiliencia.

El crecimiento demográfico constituye uno de los grandes problemas que debe enfrentar la humanidad. Por su complejidad ya que esencialmente se origina en un acto privado y natural, la reproducción, que además constituye uno de los derechos elementales de todo ser humano, resulta de difícil solución (Melendi, 2014).

“Nuestro planeta dispone de una capacidad de carga o densidad máxima de población todavía mal definida, que corresponde al número de habitantes que pueden vivir en él de manera razonable. Las mayores tasas de crecimiento demográfico se observan, en general, en los sectores más pobres y marginales, sobre todo del llamado tercer mundo, sumergidos en una pobreza estructural que agrava su futuro. Probablemente el acceso de estos sectores a la educación, la salud, el trabajo y por lo tanto a expectativas de progreso, planificación y bienestar permitan, no sólo que vivan dignamente, sino que también tienda a disminuir su tasa de crecimiento demográfico” (Melendi, 2014).

REFERENCIAS

- [1] (2016) Cumbre de la Tierra website. [Online] Available: www.definicion.de.
- [2] “Enciclopedia Britannica Publishers. Inc. México
- [3] (2016) Universal, H. [Online] Available: www.historiauniversal.com/2010/revolucionindustrial.html

- 
- [4] (2016) Cumbre de la Tierra. [Online] Available: www.ecired.cu/index
- [5] S. Mayfield "Our Energy Future". San Diego, Cal: San Diego University, California.
- [6] L. Fernández, *Bienestar social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones*. Editorial de la Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 2013
- [7] Projection, UN. M-V *Get the Data*, 2015
- [8] ONU *Informe Brundtland*. New York, USA: ONU 2006
- [9] (2016) The Wto Website [Online] Available www.wto.org/spanish
- [10] (s. f) Protocolo de Kyoto [Online] Available www.nffccc.intportalo-espano
- [11] (s. f.) Wikipedia [Online] Available <https://es.wikipedia.org>
- [12] J. Navarro, *Resumen del Protocolo de Kyoto*. Editorial de la UNAM. México, D. F. 2008
- [13] (2014) Melendi, D. www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/PoblacMund.htm. Obtenido de: www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/PoblacMund.htm

Dimensionamiento Hidráulico y Estructural de una Obra de Toma para Riego Agrícola

Homero Alonso Sánchez¹, Emilio Raymundo Morales Maldonado, Francisco Rivera Toral³

¹División de ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El saucillo, Huichapan, Hidalgo CP 82411.

²Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco Km 38.5 Chapingo, Texcoco Estado de México, CP 56230.

halonso@iteshu.edu.mx

Resumen - El crecimiento demográfico en el mundo, demanda el abasto de alimentos de mejor calidad y en cantidad proporcional, las superficies de riego agrícola en México constituidas en Distritos y Unidades de Riego se abastecen principalmente de los embalses de agua, en estas estructuras la obra de toma juega un papel fundamental en el funcionamiento y seguridad integral. Por tal motivo el objetivo de este trabajo consistió en el diseño de una obra de toma para la presa el Cajón que será construida en el Estado de Sinaloa. El procedimiento consistió en realizar los estudios previos, el levantamiento topográfico, el estudio agrológico para determinar la demanda de agua y los diseños hidráulico y estructural de la obra de toma. Del diseño resultó la tubería con capacidad de 30 L/s de 15.17 metros de longitud, el material de la tubería será de acero ASTM A 36 con espesor de 6.3 mm y 355 mm de diámetro interno. Con estas características se garantiza la seguridad de la obra en condiciones de esfuerzos máximos debido a la operación que provoquen el golpe de ariete.

Abstract— The population growth in the world, demand the supply of food that need better quality and in proportional quantity, the agricultural irrigation areas in Mexico constituted in Districts and Units of Irrigation are mainly supplied of the water reservoirs, in these structures the pipe structure gets fundamental role in the operation and integral security. For this reason the objective of this work consisted in the design of structure pipe for the Cajón dam that will be building in the State of Sinaloa. The procedure figured in carrying out the previous studies, the topographic survey, the agrological study to determine the waste water and the hydraulic and structural designs of the production site. The design resulted in the pipe with capacity of 30 L / s and 15.17 meters in length, the material of the pipe will be ASTM A 36 steel with a thickness of 6.3 mm and 355 mm of internal diameter. With these characteristics, the safety is guaranteed under conditions of maximum stress due to the operation that causes high pressure.

Palabras clave — Dimensionamiento mecánico, esfuerzos máximos en tuberías.

I. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento sustentable del recurso hídrico en México se logra a través de la construcción de grandes estructuras, que provocan el almacenamiento temporal de los escurrimientos superficiales; estos volúmenes son utilizados en los diversos sectores productivos siendo el agrícola el que consume hasta el 75% del total [1]. La cortina de los almacenamientos artificiales es la obra más cara y la comprenden; el propio paramento vertical, el vertedor, la obra de toma, el desagüe de fondo y una galería de filtración principalmente. Todas ellas se diseñan hidráulica y estructuralmente con la mayor seguridad; sin embargo la obra de toma debe diseñarse con mayor precaución ya que será el medio por el que se extraerán de manera controlada los volúmenes necesarios y su mal dimensionamiento conduce a la operación defectuosa [2].

En las presas de almacenamiento, la función de ésta estructura depende de los objetivos del almacenamiento por lo que se tienen tomas para riego agrícola, suministro de agua potable, generación de energía para el control de niveles y caudales que reduzcan los daños por la crecida del río aguas abajo. La importancia de esta obra radica en que es el inicio de los sistemas de conducción por lo que su mal dimensionamiento causa el déficit en el abasto en los periodos de máxima demanda [3].

El dimensionamiento de las obras de toma incluye fundamentalmente el conocimiento de la demanda de agua en el sector que abastecerá, así como los niveles de operación, máximos y mínimos del embalse [4]. En México no hay suficiente literatura sobre el diseño de éstas obras

cuando se trata de presas de almacenamiento de agua para riego agrícola, por tal motivo se muestra un procedimiento para tal fin, que corresponde a la obra de toma para el proyecto ejecutivo de la presa el Cajón en el municipio de Badiraguato Sinaloa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló para el proyecto que corresponde a la construcción de una presa en el municipio de Badiraguato, Sinaloa que se encuentra en las coordenadas UTM (241,325; 2,856,605).

El diseño hidráulico consistió en dimensionar la rejilla de la estructura de entrada a partir del caudal que circulará a través de ésta. Se calcularon las pérdidas de carga por fricción antes y después de las rejas utilizando la ecuación de Darcy conocida como expresión universal de pérdidas de carga por fricción. También se determinaron las correspondientes por fricción y localizadas en la tubería y en las válvulas de operación y seguridad.

El cálculo de la tubería consistió en la determinación de su espesor por los siguientes esfuerzos; presión interna, presión externa, la rigidez y la sobrepresión máxima debida al golpe de ariete. También se dimensionaron los anillos atiesadores y las anclas para evitar la flotabilidad de la tubería.

El diseño estructural de las rejillas consistió en determinar las dimensiones que soportaran el esfuerzo máximo siguiendo la normatividad de la CONAGUA.

También se calcularon las dimensiones de la obra civil que corresponden a la estructura de entrada, la de salida, la cámara para alojar la válvula de seguridad y el atraque que resiste la carga hidrostática; Su diseño consistió principalmente en determinar los espesores de concreto, su resistencia, el acero de refuerzo y el acero por temperatura.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Diseño Hidráulico

Se realizó la revisión del funcionamiento hidráulico de la obra de toma a partir de los siguientes datos previamente definidos:

Elevación del umbral = 1,461.47 m

Gasto de diseño = 0.03 m³/s

El umbral se considera a la misma elevación que la correspondiente al volumen para azolves del vaso de almacenamiento.

En la tubería, considerando que con la carga correspondiente al Nivel de Agua Mínimo de Operación (NAMINO) debe darse el gasto de 0.03 m³/s. se tendrá:

Elevación del NAMINO = 1,462.206 m

Elevación del Umbral = 1,461.470 m

Carga máxima H = 12.53 m

Con el gasto y diámetro definidos se calcula la velocidad por continuidad como sigue:

$$v=0.0302 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1) Diseño de la rejilla:

Procediendo en forma similar a las Obras de Toma para Riego. La velocidad de paso del agua a través de las rejas se limita entre 0.6 y 1 m/s. Sin embargo en este caso la velocidad depende del diámetro de la tubería y del gasto requerido para la zona de riego.

Se obtiene el área necesaria para dejar pasar el gasto de diseño tomando una velocidad promedio de 0.8 m/s;

$$A = \frac{Q}{v} = 0.0375 \text{ m}^2$$

Se propone una estructura de 1 m de alto por 1 m de ancho (libres), debido a que el tamaño de rejilla para satisfacer el área requerida es menor que el propio diámetro de la obra de toma. Se calcula el área con el tamaño propuesto de rejilla; $A = 1.0 \times 1.0 = 1 \text{ m}^2$

De esta área se supone el 20% obstruido por las rejas (área neta igual a 0.8xA) y se calcula la velocidad del agua al pasar por ellas como sigue:

$$\text{Área neta} = 0.8 \times 1 = 0.8 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{0.03}{0.8} = 0.0375 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1$$

B. Cálculo de pérdidas de carga

1) Pérdidas por rejillas:

Para calcular la pérdida de carga por el paso de agua a través de las rejillas se utiliza la siguiente expresión:

$$hr = \beta \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \operatorname{sen} \gamma \frac{v_0^2}{2g}$$

(1) donde:

s: espesor (cm)

b: separación entre las rejillas (cm)

v: velocidad del agua (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

β: coeficiente adimensional

hr: pérdida de carga (m)

Los datos para la rejilla propuesta son los siguientes:

$$s = 5/8'' = 1.59 \text{ cm}$$

$$b = 15 - 1.59 = 13.41 \text{ cm}$$

$$g = 900, \operatorname{sen} \gamma = 1$$

$$v_0 = 0.03/0.8 = 0.03 \text{ m/s} ; \frac{v_0^2}{2g} = 0.00004 \text{ m}$$

$$hr = 0.0000064 \text{ m}$$

2) Pérdida por ampliación después de la rejilla:

Para calcular la pérdida por ampliación después del paso del agua a través de las rejillas se utiliza la ecuación 2.

$$h_a = \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 K_\alpha \frac{v^2}{2g}$$

(2) donde;

a₂: área total de rejillas (m²)

a₁: área neta entre las rejillas (m²)

K_α: coeficiente por ampliación (adim)

v: velocidad del agua (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

Sustituyendo valores se tiene;

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{0.8} = 1.25$$

$$K_\alpha = 1.1$$

Utilizando la velocidad del agua al pasar por la rejilla;

$$\frac{v_0^2}{2g} = 0.000458 \text{ m}$$

$$h_a = 0.000078 \text{ m}$$

3) Pérdida por entrada a la tubería:

La pérdida por entrada depende básicamente de un coeficiente multiplicado por la carga de velocidad y se calcula con la siguiente ecuación.

$$h_e = K_e \frac{v^2}{2g}$$

(3) donde;

K_e: Coeficiente por pérdida localizada (adim)

h_e: pérdida por entrada a la tubería (m)

v: velocidad de flujo (m)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

Considerando entrada abocinada con un sector circular se considera el valor de K_e = 0.1 y utilizando la velocidad del agua al circular por la tubería;

$$v = 0.302 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \frac{v^2}{2g} = 0.0046$$

$$h_e = 0.00046 \text{ m}$$

4) Pérdida por fricción:

Para calcular la pérdida por fricción en la tubería se utiliza la siguiente ecuación:

$$hf = \left(\frac{\sqrt{2g}}{8.86 \log D+N}\right)^2 \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

(4) donde;

hf pérdida por fricción (m)

D: diámetro de la tubería (m)

N: rugosidad de la tubería (adim)

L: Longitud de la tubería (m)

v: velocidad (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

La ecuación anterior proviene de la forma general para calcular las pérdidas por fricción hf;

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

donde;

$$f = \left(\frac{\sqrt{2g}}{8.86 \log D+N}\right)^2$$

sustituyendo los valores correspondientes se tiene;

$$D = 0.3556;$$

$$N = 38$$

$$hf = 0.00365 \text{ m}$$

5) Pérdida por válvula de mariposa totalmente abierta:

El cálculo de pérdida por la válvula de mariposa se realiza multiplicando el coeficiente de pérdida localizada por la carga de velocidad con la siguiente expresión:

$$h_m = K_v \frac{v^2}{2g}$$

(6) donde;

h_m: pérdida de carga (m)

Kv: coeficiente de pérdida (adim)
 v: velocidad (m/s)
 g: aceleración de la gravedad (m/s²)

$$K_v = \frac{1}{c^2} - 1 = \frac{1}{0.75^2} - 1 = 0.777$$

 hm = 0.00361 m

Para obtener la pérdida de carga total se suman todas las pérdidas localizadas y por fricción.

$$H = 0.0000064 + 0.000078 + 0.00046 + 0.00365 + 0.00361 = 0.0078 \text{ m}$$

La pérdida total es baja debido a que el diámetro de la tubería es considerablemente grande con respecto al gasto requerido, sin embargo no se pueden cambiar esos valores dado que provienen del diseño del sistema de riego.

Elev. del eje de la tubería = 1,461.47 + 0.177 = 1,461.6478 m
 Elevación del agua en el vaso = 1461.647 + 0.0078 = 1,461.654 m < 1,462.206 m

C. Cálculo de la Tubería de la Obra de Toma

1) Cálculo del espesor por presión interior:
 La presión interior debida a la carga estática (Hest) se considera al NAME, por lo que se tiene lo siguiente:

Hest = elevaciones NAME – Elev. del eje de la tubería de salida.
 Hest = 1,474.612 - 1,461.65 = 12.96

Sobrepresión por efectos transitorios (golpe de ariete).

Para determinar el espesor de la tubería con la combinación de la presión estática y del golpe de ariete, es necesario calcular la sobrepresión.

Para el cálculo de sobrepresión por golpe de ariete se adopta la ecuación de Lorenzo Allievi (7), para cuando se tienen los casos de un cierre rápido en las válvulas, en tanto que cuando se tienen válvulas con cierre lento y longitud corta, se tiene la metodología propuesta por Michaud (ecuación 8).

$$\Delta H = \frac{c \cdot v}{g}$$

 (7) donde;
 ΔH: sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)
 C: celeridad (m/s)

v: velocidad de régimen del agua (m/s)
 g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

También se tiene la ecuación de Michaud que se utiliza para obtener la sobrepresión en el caso de cierre lento.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$$

 (8) donde;
 ΔH: sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)
 L: longitud de la tubería (m)
 v: velocidad de régimen del agua (m/s)
 T: tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)
 g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

Con ambas fórmulas se obtiene el valor máximo que puede adquirir esta sobrepresión ya que fue deducida considerando las condiciones más críticas para el cierre de una válvula, que en este caso, correspondería a la válvula de 355.6 mm (14") de diámetro nominal, esto es, aceptando que la máxima sobrepresión se verifica al instante de la primera fase del fenómeno y que el tiempo de cierre será el tiempo requerido para que la onda de presión viaje de un extremo del tubo al otro. El Cálculo del tiempo de cierre, se determina con la siguiente expresión:

$$T = \frac{2 \times L}{a}$$

 (9) donde;
 L: longitud de la tubería desde la entrada del conducto y el punto donde se provoca el golpe de ariete en la válvula de emergencia (m)
 a: celeridad de la onda de presión (m/s)
 T: tiempo de cierre de la válvula (s)

2) Cálculo de la celeridad:

Al sustituir datos a la siguiente ecuación que determina la celeridad, se obtiene lo siguiente:

$$c = \frac{1425}{\sqrt{1 + \left(\frac{K_w}{k_E}\right) \left(\frac{D}{e}\right)}}$$

 (10) donde;
 Kw: módulo de elasticidad del agua = 20,670 kg/cm²
 KE: módulo de elasticidad del acero de la tubería = 2,100,000 kg/cm²
 D: diámetro de la tubería de = 35.56 cm.
 e: espesor de la tubería (considerando tubería de 1/2") = 1.27 cm.
 Longitud de la tubería = 12.18 m

Al sustituir valores a la ecuación se obtiene que el valor de la celeridad $c=1,261.9$ m/s; siendo este valor la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería.

Y el tiempo de cierre es;

$$T= 0.019 \text{ s}$$

Por lo que se propone un tipo de cierre lento, para el cálculo del golpe de ariete se propone un tiempo mínimo (T) de 5 segundos que se puede adaptar a este tipo de válvulas con un dispositivo de cierre lento. El cálculo de la sobrepresión máxima originada por el golpe de ariete, se determina con la ecuación de Michaud, que al sustituir los valores, se obtiene el valor de sobrepresión máxima.

$$\Delta H= 2Lv/(gT)$$

(11) donde:

L: longitud de la tubería (m)

v: velocidad de operación (m/s)

T: tiempo de cierre (s)

g: aceleración de la gravedad (m/s^2)

ΔH : sobrepresión (m)

Sustituyendo los datos correspondientes para este caso se tiene;

$$L= 12.18 \text{ m}$$

v= considerando la velocidad de operación cuando el gasto es de 30 lps y utilizando la ecuación de continuidad;

$$v = Q/A$$

(12) donde:

v: velocidad del flujo(m/s)

Q: gasto (m^3/s)

A: área del conducto (m^2)

Sustituyendo los valores correspondientes se tiene;

$$v =0.35 \text{ m/s}$$

Sustituyendo en la ecuación para obtener la sobrepresión:

$$\Delta H=0.174 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad máxima permisible utilizando la ecuación de H. Varlet:

$$Q_{max}=\left(\frac{D}{0.40}\right)^2 \quad (13)$$

$$Q_{max}=0.825 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Velocidad m}_{\text{,xima}}=\frac{0.825}{0.785 \cdot 0.3302^2}=9.64 \text{ m/s}$$

Cálculo de la sobrepresión con la velocidad máxima de operación:

$$\Delta H=4.78 \text{ m}$$

Se tomara para el cálculo de espesor por presión interna la suma de la presión estática más la sobrepresión por efecto transitorio con la velocidad máxima. Por lo tanto la presión interior (Pi) se calcula con la siguiente expresión;

$$P_i=H_{est} + \Delta H$$

(14) donde;

H_{est}: carga estática (m)

ΔH : sobrepresión (m)

P_i: presión interior (m)

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior se obtiene;

$$P_i=18.61 \text{ m} \approx 19 \text{ m}$$

Por lo que el espesor debido a la presión interior (t₁) en la tubería de 35.56 cm (14") de diámetro se obtiene con la expresión;

$$t_1=\frac{P_i \cdot r}{n \cdot \sigma_{adm}}$$

(15) donde;

P_i: presión interior (kg/cm^2)

r: radio del conducto (cm)

n: eficiencia de la soldadura (adim)

σ_{adm} : esfuerzo admisible (kg/cm^2)

t₁: espesor debido a la presión interior (cm)

Realizando las adecuaciones necesarias y sustituyendo los valores correspondientes:

$$P_i = 19 \text{ m} = 1.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$r= 0.3556/2 = 0.1778 \text{ cm}$$

n= 0.85 (eficiencia de la soldadura)

$\sigma_{adm} = 36000$ psi (considerando tubería de acero ASTM A36 donde el esfuerzo admisible es 1265 kg/cm^2). Sustituyendo;

$$t_1=0.030 \text{ cm}$$

El sobre espesor por corrosión será de 0.25 cm por lo tanto el espesor mínimo requerido para soportar la presión interna se calcula con la expresión;

$$t=t_1+0.25$$

(16) donde;

t: sobre espesor por corrosión (cm)

t₁: espesor debido a la presión interior (cm)

Sustituyendo valores;

$$t = 0.28 \text{ cm}$$

3) *Cálculo del espesor por rigidez:*

Para calcular el espesor por rigidez se utiliza la siguiente expresión que está en función del radio

del conducto r.
 $t_1=0.0077r+0.31$
 (17) donde;
 $r=17.78$ cm
 $t_1=0.44$ cm

Será considerada una tubería de 35.56 cm (14") de diámetro nominal con un espesor de 6.3 mm (1/4"), debido a que es el tamaño comercial superior.

4) *Espesor por presión externa:*

La presión externa crítica se considera de;
 $P_{critica}=4.0$ kg/cm²

5) *Presión crítica de colapso:*

Para un espesor de tubo de 6.3 mm (1/4") la presión crítica con un coeficiente de seguridad igual a 2 será.

$$P_{crit}=2YK_E Y\left(\frac{t}{D}\right)^3 \quad (18)$$

$$P_{crit}=23.35$$
 kg/cm².

Para un espesor de tubo de 9.5 mm (3/8") la presión crítica con un coeficiente de seguridad igual a 2 será.

$$P_{crit}=80.08$$
 kg/cm².

D. Cálculo de Anillos Atiesadores para la Tubería de 6.3 mm de Espesor

Para obtener la distancia de separación de los anillos atiesadores se requiere calcular las distancias críticas con la siguiente expresión:

$$L_{max}=1.73D \left(\frac{E}{S_y}\right) \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3}$$

(19) donde;

D: diámetro del conducto (cm)

E: módulo de elasticidad del acero (kg/cm²)

Sy: resistencia a la cedencia (kg/cm²)

T: espesor de la tubería (cm)

Lmax: distancia de separación (cm)

Sustituyendo los valores se obtiene;

$$L_{max}=120.62$$
 cm

De forma similar se obtiene la distancia mínima;

$$L_{min}=4.9\sqrt{rYt}$$
 cm

(20) donde;

r: radio del conducto (cm)

t; espesor de la tubería (cm)

Haciendo la sustitución correspondiente se obtiene;

$$r=0.177$$
 cm t = 0.63 cm

$$L_{min}=16.39$$
 cm

Para facilitar la distribución los anillos estarán instalados a 68.51 cm cada uno.

$$\frac{L}{D}=\frac{0.68}{35.56}=1.92$$

Presión externa

$$P_{ext}=4.0$$
 kg/cm²

$$P_{ext}=56.9$$
 psi

El patín equivalente se obtiene utilizando el radio del conducto r y el espesor t con la expresión;

$$P_{eq}=1.56\sqrt{rYt}=5.22$$
 cm (21)

$$P_{eq}=5.22$$
 cm

Se calculará el momento de inercia requerido para soportar la presión crítica de colapso con un F.S. =2, por lo que con la expresión siguiente se tiene;

$$2P_s=\frac{3EI}{R^3L}$$

(22) donde;

Ps: presión crítica (kg/cm²)

E: módulo de elasticidad del acero (kg/cm²)

I: momento de inercia (cm⁴)

r: radio de la tubería (cm)

L: separación (cm)

Considerando una carga crítica de 4 kg/cm²

$$I_{req}=0.489$$
 cm⁴

Se propone instalar anillos de placa de acero de ASTM A36 de 76.2 mm (3") por 9.5 mm (3/8") de espeso. Por procedimiento constructivo, se colocaran cada 150 cm.

Se calcula el I disponible

$$Y_0=2.116$$
 cm

$$I$$
 de la geometrĀ compuesta propuesta=117.87 cm⁴

Por lo que el momento de inercia requerido es menor que el propuesto. De acuerdo a lo presentado la tubería estaría segura con anillos de placa de acero ASTM-A-36 con espesor de 9.5 mm y 7.62 cm de altura.

E. Cálculo de las Anclas

El peso del volumen desplazado se calcula de la siguiente forma;

$$V=L Y A \quad (23)$$

$$V=0.6058$$
 m³

Peso de volumen desplazado=Wvol desp=1 453.96 kg por tubo

$W_{tub} = \text{Peso del tubo} = L \times W/m = 1065.04 \text{ kg}$

Empuje debido a la flotación es igual a
 $W_{desp} - W_{tub} = 109.67 \text{ kg}$

Se propone instalar 8 anclas, por lo tanto, cada ancla resistirá una fuerza de tensión de 138.70 kg. Proponiendo anclas de 2.54 cm (1") de diámetro el esfuerzo a la tensión será:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

(24) donde;

σ : esfuerzo a la tensión (kg/cm²)

F: fuerza de tensión (kg)

A: área (cm²)

Sustituyendo los valores correspondientes;

F=138.70 kg

A= 5.067 cm²

$\sigma = 27.30 \text{ kg/cm}^2$

Para el acero laminado en frío (cold roll) especificación ASTM-A-1018 los esfuerzos son:

$\sigma_y = 53700 \text{ Psi} = 3775.11 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{adm} = 1887.55 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto el esfuerzo a la tensión es menor que el esfuerzo admisible

$\sigma_{adm} > 27.30 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo del esfuerzo a la compresión que podrán soportar las anclas:

$$P_{cr} = \frac{E\pi^2 I}{L^2}$$

(25) donde;

P_{cr}: presión crítica (kg/cm²)

E: módulo de elasticidad del acero (ksi)

I: momento de inercia (cm⁴)

L: longitud (cm)

Se toma en cuenta

K= 1.2

L=1.3 aproximadamente

Módulo de elasticidad (E) del acero 1018 = 29700 (ksi)

P_{cr}=1 727 kg

Fuerza a compresión por cada ancla = 235 kg

De lo anterior se concluye que las anclas de 25.4 mm (1") de diámetro son adecuadas, debido a que proporcionarían rigidez mayor a la requerida en la instalación de la tubería.

F. Cálculo de esfuerzos combinados en tubería de 14"

Al salir la tubería del concreto se produce un esfuerzo de restricción el valor de este será

$$\sigma_{8x} = \frac{\leq 1.8Pr\Omega}{t}$$

(26) donde;

σ_{8x} : esfuerzo de restricción (kg/cm²)

t: espesor de la tubería (cm)

r: radio del conducto (cm)

Sustituyendo los valores se calcula el esfuerzo del anillo

Pi = 5.5 kg/cm²

t = 0.63 cm

$\sigma_{8x} = 278.14 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{anillo} = 171.69 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo por el cierre de la válvula de 14" de diámetro

$\sigma_{5x} = 77.61 \text{ kg/cm}^2$

La dilatación de un esfuerzo entre atraques de:

$\sigma_{5x} = E\alpha\Delta t$

(27) donde;

E: módulo de elasticidad del acero (kg/cm²)

σ_{5x} : dilatación del esfuerzo (kg/cm²)

$\sigma_{5x} = 368.55 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo a lo anterior el esfuerzo combinado

$\sigma_{combinado} = 895.99 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{combinado} \ll \sigma_{adm}$

Por efectos de prevención de falla por corrosión se incrementará el espesor al inmediato superior comercial en la parte que quede la tubería fuera del concreto por lo que se propondrá que el espesor de la tubería a la salida del concreto y dentro de la caseta de válvulas se incremente el espesor a 9.5 mm (3/8"). Por lo que se realiza el cálculo de esfuerzos combinados.

Esfuerzo de restricción el valor de este será

$$\sigma_{8x} = \frac{\leq 1.8Pr\Omega}{t}$$

donde;

Pi= 5.5 kg/cm²

$\sigma_{8x} = 184.45 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo del anillo

$\sigma_{anillo} = 113.85 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo por el cierre de la válvula

$\sigma_{5x} = 51.46 \text{ kg/cm}^2$

La dilatación de un esfuerzo entre atraques de:
 $\sigma_{3x}=368.55 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo a lo anterior el esfuerzo combinado
 $\sigma_{\text{combinado}}=718.33 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{\text{combinado}} \ll \sigma_{\text{adm}}$

Del análisis de cálculo anterior y por seguridad se instalara tubería ASTM A36 de 6.3 mm de espesor en el tramo que va dentro de la cortina y ASTM A36 de 9.5 mm en el tramo exterior, se reforzara con anillos atiesadores y anclas.

G. CÁLCULO ESTRUCTURAL

1) Cálculo de las rejillas:

Para la condición de rejillas obturadas al cien por ciento, se presentaría la carga correspondiente al nivel máximo del agua; sin embargo, la normatividad vigente en la CONAGUA establece que la máxima carga que debe considerarse para el cálculo de las rejillas de una obra de toma debe ser la mitad de la carga real máxima que se presente pero no mayor que doce metros ni menor que seis metros.

Con agua al NAME, elev. = 1,474.61m
Elev. a la mitad de la altura de las rejas=
1,461.97m
Carga H = 12.64 m
La mitad de esta carga = 6.32 m

Se diseñará para 6.32 m de carga uniforme sobre las rejillas. Tomando en consideración que lo más importante es proteger la estructura, la normatividad establece que el diseño sea al límite de ruptura. La separación entre barrotes de la rejilla estará comprendida entre 15 y 20 cm; para este caso y como el control del gasto será por medio de válvulas, se propone una separación de 15 cm para brindarles la protección adecuada.

Carga sobre una barra:

$$w = 0.15 \times 6320 = 948 \text{ kg/m}$$

Considerando la barra como simplemente apoyada:

$$M = \frac{946 \times 1^2}{2g} = 118.50 \text{ kg}\ddot{\text{m}} = 11850 \text{ kg}\ddot{\text{cm}}$$

Para acero de refuerzo A – 36, el esfuerzo de falla a la ruptura es de 4,080 a 5,625 kg/cm², promedio = 4,853 kg/cm².

Esfuerzo permisible a la flexión sin soporte lateral:

$$f_p = \frac{4853}{1 + \frac{L^2}{2000b^2}}$$

(28) donde;

f_p : esfuerzo permisible (kg/cm²)

L: longitud (m)

b: espesor (m)

Con L = 2.10 m

Usando soleras de 3/4", 1.91 cm de espesor.

$$f_p = 252.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_p = \frac{M}{S}$$

(29) donde;

f_p : esfuerzo permisible (kg/cm²)

M: momento máximo (kg/cm²)

S: módulo de sección (cm³)

$$S = \frac{M}{f} = 46.98 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{bh^2}{12} \ddot{\text{U}} \ddot{\text{U}} \ddot{\text{U}}$$

(30) donde;

S: módulo de sección (cm³)

b: espesor (cm)

h: altura de la sección(cm)

Despejando h se obtiene;

$$h = 17.18 \text{ cm}$$

Colocando tres pernos atiesadores como soporte lateral:

$$L = 33 \text{ cm}$$

$$f_p = 685.43 \text{ kg} \times \text{cm}^2$$

$$S = 17.28 \text{ cm}^3 \quad h = 17.28 \text{ cm}$$

Del análisis de cálculo anterior se concluye poner soleras de 3/4" x 3" en la rejilla de la estructura de entrada.

2) Estructura de entrada:

La normatividad vigente en la CONAGUA, establece que la estructura de rejas se calcule con la carga determinada para el cálculo de las rejas y considerando que éstas se encuentran totalmente obstruidas. Para este caso, la carga de diseño será la correspondiente a 6.32 m de columna de agua y se considerará para el cálculo de todas las partes componentes de la estructura de entrada.

Por otra parte, por tratarse de una condición de carga totalmente extraordinaria, el valor de los esfuerzos de trabajo podrá incrementarse en un 50%.

Características de los materiales del concreto:

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$fc = 0.45 \times 200 = 90 \text{ kg/cm}^2$$

$$vc = 0.50\sqrt{200} = 7.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 9.9$$

$$k = 0.308$$

$$j = 0.897$$

Acero de refuerzo

$$fy = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$fs = 2\,000 \text{ kg/cm}^2$$

3) Losa superior:

$$\text{Carga hidráulica} = 6320 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio} = 0.25 \times 2\,400 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = 6\,920 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 1.5 \text{ m}, \quad a = 1.50 \text{ m} \quad ; \quad a/b = 150/150 = 1$$

Para el cálculo de los momentos se utiliza la siguiente ecuación:

$$M = k w L^2$$

(31) donde;

M: momento (kg/m)

k: coeficiente de momentos (adim)

w: carga (kg/m²)

L: longitud (m)

Momento máximo negativo, considerando la losa empotrada en la cortina.

$$M = 184\,504.5 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Momento máximo positivo

$$M = 141\,375.6 \text{ kg} \times \text{cm}$$

El cortante se obtiene con la expresión;

$$v = k w (L/2)$$

(32) donde;

v: cortante (kg/m)

k: coeficiente de cortantes (adim)

w: carga (kg/m²)

L: longitud (m)

$$R = 7\,129.157 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Momento resistente del concreto

$$Mrc = (0.5fckjbd^2)1.5$$

$$Mrc = 184\,504.5 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Acero de refuerzo

$$As = \frac{M}{f_s j d}$$

(33) donde;

As: acero de refuerzo (cm)

fs, j, d: coeficientes que dependen de la resistencia del concreto (adim)

M: momento (kg/m)

$$As = 3.84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Vars. } \frac{1}{2} @ \frac{127}{3.84} = 33.03 \text{ cm}$$

Se colocaran varillas de 1/2" a cada 33.03 cm.

Cortante.

$$v = \frac{V}{b j d} \quad (34)$$

$$v = 3.179 \text{ kg/cm}^2 < 7.07 \times 1.5 = 10.6 \text{ kg/cm}^2$$

4) Muros laterales:

$$a = 150 \quad ; \quad b = 150 \quad \frac{b}{a} = \frac{150}{150} = 1.0$$

$$M_{\text{máx}} (-) = 145\,579.5 \text{ kg} \times \text{cm}$$

$$M_{\text{máx}} (+) = 72\,400.5 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Cortante.

$$V = 5\,086.2 \text{ kg/m}$$

$$v = 2.26 \text{ kg/cm}^2 < 10.6 \text{ kg/cm}^2$$

Momento resistente del concreto

$$Mrc = 1\,165\,539.38 \text{ kg} \times \text{cm} > 145\,579.5 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Acero de refuerzo

$$As = 3.24 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Vars } 1/2" @ \frac{127}{3.24} = 39.12 \text{ cm}$$

$$\text{Vars } 5/8" @ \frac{198}{3.24} = 60.99 \text{ cm}$$

La losa inferior se considera igual que la superior, aunque existe la diferencia del peso propio de las rejillas y de la losa, el primero desfavorable y el segundo favorable para el caso de rejillas totalmente obstruidas.

H. Estructura de salida

La estructura de salida para la Obra de Toma está constituida básicamente por una cámara para alojar la válvula de mariposa de 14" ø para emergencia y la válvula de compuerta de servicio del mismo diámetro, con una losa superior y acceso por medio de un piso removible de lámina antiderrapante; la estructura estará desplantada en roca y sobre un relleno de concreto simple donde sea necesario

1) Cámara para alojar la válvula de emergencia:

La carga que actúa sobre esta cámara es el peso propio de la estructura, del equipamiento y el empuje del relleno, sin embargo se considerará que sobre la losa superior puede colocarse algún equipo y personal durante alguna reparación;

para esta eventualidad se propone aplicar una carga distribuida de 500 kg/m².

La carga sobre la losa superior se obtiene como sigue:

$$\text{Peso propio} = 0.20 \times 2\,400 = 480 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = 480 + 500 = 980 \text{ kg/m}^2$$

$$a = 3.50 \text{ m y } b = 2.40 \text{ m}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{2.40}{3.50} = 1.45$$

Considerando que la losa se colará monolíticamente con los muros laterales y el atraque, puede tomarse como empotrada en tres lados y apoyada en uno.

Momento máximo negativo.

$$M(-) = 42\,166.65 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Momento máximo positivo.

$$M(+)= 17\,216.64 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Cortante.

$$V = 2\,190 \text{ Kg} \quad \text{por metro } V = 625.76 \text{ Kg}$$

Si se considera losa apoyada en sus cuatro lados.

$$\text{Momento máximo} = 30\,933.50 \text{ kg} - \text{cm}$$

Cortante.

$$V = 1\,975.68 \text{ kg} \quad \text{por metro } V = 564.48 \text{ Kg}$$

Momento resistente del concreto

$$MRc = 279\,729.45 \text{ Kg} - \text{cm}$$

Acero de refuerzo.

$$A_s = 1.56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Vars } 1/2" \text{ a } \frac{127}{1.56} = 81.04 \text{ cm}$$

2) Trabe para apoyo de la tapa de lámina antiderrapante:

Para el cálculo de la trabe se considera la carga de la mitad de la tapa y lo que corresponde por la losa, tanto por carga permanente como por carga viva.

$$\text{Peso de la tapa} = 65 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Reacción por la losa} = 625.766 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso propio} = 0.35 \times 0.225 \times 2\,400 = 189 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga total } \omega = 1\,379.76 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{\omega l^2}{8} = 211\,276.73\,700 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$V = \frac{\omega l}{2} = 2\,414 \text{ kg}$$

$$MRc = 342\,668.56 \text{ kg} \times \text{m} > 211\,276.7 \text{ kg} \times \text{m}$$

Acero de refuerzo.

$$A_s = 3.36 \text{ cm}^2$$

Con dos varillas de 5/8" ø, $A_s = 1.98 \times 2 = 3.96 \text{ cm}^2$, se acepta este refuerzo.

Cortante

$$v = \frac{V}{b_j d} \quad (35)$$

$$v = 3.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 7.07 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

No se requieren estribos para tomar el cortante, se colocarán para armar la sección.

3) *Atraque:*

La finalidad del atraque es tomar las fuerzas debidas a la carga hidrostática, que actúan sobre las válvulas cuando se encuentran cerradas.

Dimensiones del atraque:

$$\text{Longitud} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 1.25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0.50 \text{ m}$$

Volumen total (sin descontar el espacio ocupado por la tubería).

$$V = 2.00 \times 1.25 \times 0.5 = 1.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso} = 1.25 \times 2\,300 = 3\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Coeficiente de fricción concreto} - \text{roca} = 0.7$$

$$\text{Fuerza resistente} = 3\,000 \times 0.7 = 2\,100 \text{ kg}$$

Fuerza actuante

$$\text{Área de una válvula} = A = 0.099 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga hidrostática} = 12.78 \text{ m}$$

$$F_a = 1\,269.24 \text{ kg}$$

El atraque proporciona una fuerza resistente mayor que la fuerza que actúa sobre las válvulas. Se conservan las dimensiones propuestas para el atraque. Inmediatamente después de éste, se tiene la válvula de servicio.

Para la losa y la trabe de apoyo del piso metálico removible se consideran las mismas condiciones de carga que para la losa de la cámara de la válvula de emergencia y en ese caso, el refuerzo será similar, tanto para la losa como para su trabe.

IV. CONCLUSIONES

La Obra de Toma estará formada por: estructura de rejas, tubería de acero ahogada en concreto, válvula de mariposa para emergencia, y válvula de compuerta para servicio. Es del tipo tubería con válvula a la salida; y consiste fundamentalmente de;



Una estructura de entrada conformada por un tanque desarenador con rejilla.

La tubería principal cuya longitud está definida por la geometría de la cortina ya que la atraviesa en su totalidad y resultó de 15.17 m. Su diámetro quedó definido con el diseño hidráulico de la línea de conducción del sistema de conducción y distribución de la zona de riego, que se conectará directamente al final de ésta y por tanto se adoptó de 14” con un gasto de diseño de 30 lps.

Una válvula de emergencia de mariposa

Una válvula de operación de compuerta

Ambas válvulas se alojan en una cámara de concreto reforzado

Un carrete con terminación en brida para la conexión directa de la línea de conducción.

REFERENCIAS

[1] CNA. 2002. “Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Obras de toma”. México, D.F.

[2] Arteaga, T. R. E. 1985. “Normas y criterios generales que rigen el proyecto de un bordo de almacenamiento”. Departamento de Irrigación, UACH, Chapingo, México.

[3] S.R.H. (1967) “Diseño de presas pequeñas” México. D.F.

[4] S.A.R.H. (1967) “Obras de toma para presas de almacenamiento”. Subsecretaría de Infraestructura Hidroagrícola. México. D.F. KING, H. Williams. 1962. *Manual de hidráulica, para la resolución de Problemas de Hidráulica*, Unión Tipográfica Editorial Hispanoamérica, México, D.F

Dinámica de crecimiento de raíces en cultivo de maíz con biofertilizantes y fertilización química

Emilio Raymundo Morales Maldonado¹, Homero Alonso Sánchez² Octavio Guerrero Andrade³

^{1,2}Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan
Domicilio conocido S/N El Saucillo Huichapan, Hidalgo, México, ermoraes@iteshu.edu.mx

Resumen— El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica y crecimiento de raíces en el cultivo de maíz con la adición de fertilizantes químicos y orgánicos en suelo feozem. Se estableció un cultivo de maíz en el cual mediante un diseño de bloques completos al azar (DBCA) se distribuyeron 3 tratamientos; teniendo un testigo al cual se conservará sin el uso de ningún tipo de fertilizante además del uso de Fertilizante químico (100%), M.O + UREA, UREA, M.O con 4 repeticiones, para el tamaño de la raíz implementaremos mediciones manuales cada semana tomando una planta por cada tratamiento. Estos datos se tomaron a los 30 días de siembra, en intervalos de 15 días durante 2 meses. Donde se midieron parámetros como número de raíces, longitud total de raíz y diámetro de raíces. Los datos tomados en cada tratamiento fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) de una vía para conocer el efecto de los tratamientos en el crecimiento y dinámica de raíces (i.e. longitud, diámetro y número de raíces). Los tratamientos (M.O), (M.O+ UREA 100%), (UREA100%) y (Testigo) no tuvieron influencia significativa ($p>0.05$) en la dinámica y crecimiento de raíces en el cultivo de maíz en condiciones de campo, por tal motivo el uso de microorganismos complementado con la fertilización química al 100% puede ser una estrategia económicamente viable y ecológicamente sustentable para el manejo del cultivo de maíz en los suelos de la región.

Abstract— The objective of this work is to evaluate the dynamics and growth of roots in the corn crop with the addition of chemical and organic fertilizers in feozem soil. A maize crop was established in which a randomized complete block design (DBCA) was established. Distributed 3 treatments; (100%), MO + UREA, UREA, MO with 4 replicates, for the size of the root we will implement manual measurements every week taking a Plant for each treatment. These data were taken at 30 days of planting, at intervals of 15 days for 2 months. Where parameters such as root number, total root length and root diameter were measured. Data from each treatment were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) to determine the effect of treatments on root growth and dynamics (length, diameter and number of roots). The treatments (M.O), (M.O + UREA 100%), (UREA100%) and (Witness) had no significant influence ($p>0.05$) on

root dynamics and growth in maize. Therefore, the use of microorganisms supplemented with 100% chemical fertilization may be an economically viable and ecologically sustainable strategy for maize management in the soils of the region.

Palabras clave — Abonos orgánicos, potenciación radicular, tipos de fertilizantes.

I. INTRODUCCIÓN

En el cultivo del maíz (*Zea mays*) el N es el nutriente más importante para el desarrollo de la planta, ya que cuantitativamente es el que se requiere en mayor cantidad [1, 3, 5]. Una correcta dosificación de este elemento, en equilibrio con las aportaciones de potasio y fósforo, son los factores más influyentes en la consecución de unos rendimientos óptimos de maíz, de ahí la importancia de programar una fertilización adaptada a las necesidades del cultivo, tanto en cantidad como en momento óptimo de aplicación y tipo de formulación del fertilizante nitrogenado [8, 9].

La importancia del nitrógeno para la planta se debe a las numerosas funciones en las cuales interviene este nutriente, entre las cuales destacan las siguientes: Forma parte de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es un componente fundamental en la síntesis de clorofila [2, 4, 6]. Es un componente de vitaminas, derivados de azúcares, celulosa, almidón y lípidos [6]. Forma parte de coenzimas y enzimas. Alarga las fases del ciclo de cultivo [9]. El maíz es una planta C4, ello implica una elevada eficiencia en la actividad fotosintética lo que explica su rápido crecimiento y sus elevados rendimientos frente a otros cereales, pero por el contrario es muy exigente en lo referente a agua y abonos, especialmente al abonado nitrogenado [1, 2].

Las plantas de maíz solamente pueden asimilar el nitrógeno en forma de nitrato en la solución del suelo, es decir es necesario que este nitrato se encuentre en el agua útil contenida en

el suelo, por tanto, a mayor contenido de agua, mayor concentración del nutriente en la solución del suelo, más tasa respiratoria de la planta y una mayor temperatura edáfica ambiental, la absorción de nitrógeno por parte del cultivo será mayor. Todo el nitrógeno que se aporte de forma no nítrica debe pasar un proceso de transformación hasta formar nitratos solubles asimilables [3, 5, 9]. Esta forma de nitrógeno es muy móvil a través del perfil del suelo y se pierde fácilmente por lavado, por lo que es de vital importancia favorecer mecanismos que sean capaces de retener los nutrientes el mayor tiempo posible en el horizonte de suelo correspondiente a la profundidad de extracción de nutrientes [1]. Entre estos mecanismos destaca por su eficiencia el mantenimiento de la cubierta vegetal y la mejora de la estructura del suelo mediante siembra directa [3].

De forma general, el maíz necesita absorber entre 1.5 y 2.2 kg/N/ha¹, por cada 1000 kg de grano producción, es decir, para obtener rendimientos de 14000 kg ha¹ de maíz, se requeriría un aporte de N de unos 280 kg/ha¹ y la cantidad de fertilizante a aportar dependerá del contenido en nitrógeno, también debe considerarse el tipo de suelo, contenido de materia orgánica, su capacidad de retención de agua, el tipo de laboreo, pérdidas por lixiviación, entre otras cosas [9]. La acumulación de nitrógeno en la biomasa aérea de las plantas de maíz suele oscilar entre 200 y 350 kg/ ha¹ con unas tasas diarias de acumulación de entre 2.5 y 4 kg/ha¹ [2].

El nivel de consumo de las sociedades actuales ha incrementado la producción de desechos orgánicos que no pueden procesarse adecuadamente aumenta el riesgo de contaminación al hombre y medio ambientes. América Latina produce anualmente 3,3 billones de residuos que podrían crear problemas de contaminación, especialmente de ríos. por ello la importancia de revisar las experiencias que permitan el uso de dichos residuos de la agricultura [3]. En este sentido Kononova señala el efecto estimulante de los ácidos húmicos y los fulvicos en la formación de raíces para acelerar la diferenciación del punto de crecimiento. Al respecto, Warman encontró que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en P y K mientras que el suelo fertilizado con compost tiene un mayor contenido de C, Ca, Mg, Cu y Zn [4, 5].

La creciente demanda de alimentos a nivel mundial conlleva al desarrollo de métodos intensivos de producción agropecuaria que provocan la disminución de la capacidad de carga de los suelos [7, 9]. En el municipio de Tecozautla, Hgo el maíz se produce bajo diferentes condiciones de potencial productivo que van desde no apto y bajo, hasta muy bueno [1,9].

Para lograr una producción sustentable de maíz es necesario complementar la fertilización química con formas biológicas, para obtener en lo posible un impacto en la producción y en la conservación del medio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. El experimento se realizó en una parcela experimental de Tecozautla ubicada en el municipio de Gandho. El municipio de Tecozautla se localiza al poniente del territorio hidalguense entre los paralelos 20° 25' y 20° 40' de latitud norte; los meridianos 99° 26' y 99° 51' de longitud oeste; con una altitud entre 1500 y 2400 msnm. Este municipio cuenta con una superficie de 525.06 km², y representa el 2.52% de la superficie del estado; nota 12 dentro de la región geográfica denominada como Valle del Mezquital. Colinda al norte con el estado de Querétaro y el municipio de Zimapán; al este con los municipios de Zimapán, Tasquillo y Alfajayucan; al sur con el municipio de Huichapan; al oeste con el municipio de Huichapan y el estado de Querétaro. (figura 1).



Figura 1. Ubicación del lugar de trabajo.

Material vegetal. Se utilizaron semillas de maíz criollo variedad VS-536. La siembra se realizó el 28 de enero del 2017 se realizó la siembra. (Figura 2).



Figura 2. Semillas de maíz utilizadas en el experimento.

Manejo del cultivo. Se dio un tratamiento de desinfección al suelo con bromuro de etilo, quince días después de la siembra se realizó de la siembra de la semilla de maíz (figura 3).



Figura 3. Bromuro de etilo. Insecticida utilizado durante el cultivo de maíz.

Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se realizó aplicaciones de cipermetrina 500ml/ha⁻¹ (figura 4).



Figura 4. Cipermetrina empleada en el control de *Spodoptera frugiperda*.

Tratamientos. Las plantas de cada tratamiento se seleccionaron al azar, los cuales fueron: T1(urea), T2 (materia orgánica), T3(materia orgánica+ urea) y T4(testigo sin aplicación de fertilizante) cada uno con cuatro repeticiones.

Diseño experimental. Se realizó un diseño completamente al azar de cuatro tratamiento y cuatro repeticiones con el programa estadístico SAS versión 9.1 y la diferencia de medias con la prueba de Tukey.

Figura 6.

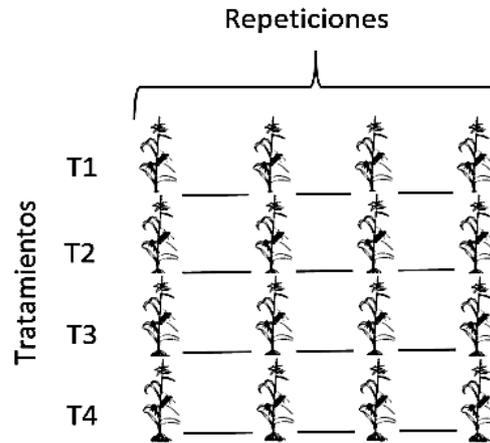


Figura 6. Diseño del experimento en campo con sus tratamientos y repeticiones. T1(urea), T2 (materia orgánica), T3(materia orgánica+ urea) y T4(testigo sin aplicación de fertilizante)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que el tratamiento que obtuvo un mayor crecimiento radicular fue el T4 (testigo sin aplicación de fertilizante). Esto se debe a que la raíz al no presentar los nutrientes necesarios para su crecimiento promueve un mayor crecimiento radicular para absorber los nutrientes que la planta necesita para su crecimiento

Esto concuerda por lo mencionado con Mendoza cuando que determino la estimulación de la raíz del nabo en diferentes condiciones de estrés y encontró que a medida que el sustrato aplicado presentaba carencia de nutrientes el crecimiento de la raíz así, como su elongación aumentaba, por su parte Buniselli et al., encontraron un aumento del peso y altura de la planta, longitud de la mazorca y rendimiento del grano de maíz, cuando aplicaron 100, 300, y 900 kg/ha¹ de residuos sólidos urbanos (RSU) compostados, junto con aplicación complementarias de NPK.

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó en este trabajo fueron las siguientes.

Se determinó que la mezcla de abonos orgánicos MO+UREA produjo los rendimientos más altos. Esto es por la mezcla de fertilización orgánica y química que le proporcionó las características para aumentar el crecimiento en planta y raíz

Se identificó la importancia que presentó el crecimiento radicular con relación a su crecimiento vegetal, así como la influencia que tendrán los diferentes tratamientos como lo son M.O + UREA, UREA, M.O.

Así mismo, este trabajo contribuye que una mezcla adecuada de abonos orgánicos y químicos es una alternativa de producción orgánica en sistemas de producción de maíz si se realiza en forma adecuada

RECONOCIMIENTOS

A los alumnos de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable: Ivonne Ariadna Pacheco Morales, María Isabel Quintanar Hernández, Luís Eduardo Mejía Zamudio, Hernán Chavero Hernández y Martínez García Marco Antonio.

REFERENCIAS

1. CASIERRA-POSADA, F. 2002. Alteraciones inducidas por aluminio en el citoesqueleto de las plantas. *Rev. Comalfi*. 29(2):23-28.
2. DELGADO, R. (2001). "Respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno y su relación con la disponibilidad del elemento en dos suelos de Venezuela: producción de materia seca y grano". *Agronomía Tropical*, Vol.51: 387-403
3. DOMINGO, F., SERRA, J., ROSELLO, A., TEIXIDOR, N (2005): "Lavado de nitratos en un cultivo de maíz con diferentes tipos de riego". *Estudios de la zona no saturada del suelo*, vol. VII: 115-118.
4. MUÑOZ-ROMERO, V., LÓPEZ-BELLIDO, R., LÓPEZ B. 2010. Influencia del método de laboreo en el desarrollo radicular del trigo. *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes*. Universidad de Córdoba. 68-73
5. Robert F. Coughlin & Frederick F. Driscoll, "Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales", Quinta Edición. Editorial Prentice Hall, México 1999. pp. 45 – 51.
6. SILVA, I.R.; SMYTH, T.J.; MOXLEY, D.F.; CARTER, T.E.; ALLEN, N.S.; RUFTY, T.W. 2000. Aluminum accumulation at nuclei of cells in the root tip:
7. SILVA, I.R.; SMYTH, T.J.; ISRAEL, D.W.; RAPER, C.D.; RUFTY, T.W. 2001. Magnesium ameliorates aluminum rhizotoxicity in soybean by increasing citric acid production and exudation by roots. *Plant Cell Physiol*. 42:546-554.

Efecto del estrés calórico en la producción avícola.

María Guadalupe González García¹, Francisco Javier Michel Castro², Rebeca Guadalupe Ortiz Mena³,

¹ Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, México.

² Departamento de Ciencias Básicas, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Resumen - La crianza avícola es una actividad primaria de gran importancia nacional para la producción de huevo y carne, tanto a nivel industrial como de traspatio. Existen diversos factores que provocan la disminución de la producción, disminución de la calidad o incluso la muerte de las aves. Uno de ellos es el estrés calórico, al cual, las aves son muy susceptibles debido a que no poseen glándulas sudoríparas y, a que tienen una cubierta densa de plumas. El estrés induce la hiperglicemia, reduce la concentración de proteína en el plasma y aumenta la excreción mineral, al tiempo que desequilibra el balance ácido-base y conlleva a una alcalosis respiratoria. Todas estas reacciones disminuyen la calidad de carne y huevo producido, por lo que se tienen que tomar medidas para evitar este tipo de estrés en las granjas, como lo es la modificación de dietas, uso de ventiladores, techos que limiten el paso del calor, manejo de la densidad e iluminación.

Palabras clave: Estrés calórico, aves, calidad del producto, alternativas.

IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA

La avicultura comercial es la actividad más dinámica de la ganadería nacional, caracterizada por un mayor grado de integración en comparación con los otros sectores pecuarios. En los últimos años se han observado cambios importantes en la eficiencia productiva de las aves, siendo los más significativos el acortamiento del periodo de engorda del pollo, que en la actualidad se ubica aproximadamente en seis semanas, y la mejoría en los índices de conversión alimenticia que se encuentra por debajo de los 2 kg de alimento por kg de pollo producido, dichos avances hacen que la producción de pollo de engorda en la actualidad resulte más redituable y se realice en menos tiempo que la producción porcina y bovina.

Los sistemas de producción animal de traspatio se caracterizan por la crianza de un conjunto de animales como bovinos, ovinos, cerdos, aves y otros, que se explotan en los patios de las casas habitación o alrededor de las mismas, principalmente del medio rural. Esta actividad es importante en las comunidades rurales de la mayoría de los países en desarrollo y en el caso de México, más del 75% de las familias rurales la lleva a cabo. La finalidad principal de la producción de traspatio depende de la especie, aunque podrían considerarse dos finalidades como las más importantes: el autoconsumo y el ahorro. Dentro de las especies animales que se explotan bajo este sistema, las gallinas son las más importantes debido a su corto ciclo de producción y bajo costo. Más del 90% de las familias rurales con animales de traspatio en México poseen aves, de las cuales la gallina es la especie más abundante. La finalidad principal de la producción de aves, está destinada a proveer proteína de origen animal a la familia campesina (Gutiérrez Triay, y otros, 2007).

La mayor parte de la producción de huevos a nivel mundial, ocupa zonas geográficas pertenecientes a países tropicales y subtropicales, caracterizados por climas de alta temperatura y humedad relativa durante la mayor parte del año. El estrés por calor, influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las gallinas ponedoras, disminuyendo la producción y calidad del huevo, así como la ingesta voluntaria de alimento, ocasionando la alteración de las hormonas responsables de la ovulación, reduciendo la capacidad de respuesta de las células de la granulosa a la hormona luteinizante. (Corona Kisboa, 2013).

ESTRÉS Y CAUSAS QUE LO PROVOCAN

El estrés es toda alteración o disturbio en el proceso homeostático de un animal en condiciones extremas, de origen interno o externo (medioambiental), que actuando sobre el individuo desborda y reduce la eficacia de sus sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y

digestivo, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, al tiempo que desencadena un patrón estereotipado, que prepara al organismo para la lucha o la huida (Corona Kisboa, 2013).

Vélez 2010, describe que el mecanismo de estrés está basado principalmente en dos conceptos básicos: el Síndrome de Emergencia y el Síndrome General de Adaptación. El primero involucra el Sistema Simpático-Adrenal, en el cual el organismo se prepara para hacer frente a peligros súbitos generando la respuesta de “lucha y huida”, llamada actualmente respuesta simpática-suprarrenal. Ésta posibilita a un organismo reaccionar inmediatamente frente a un agente estresor, lo que provoca una activación neuronal en el hipotálamo, causa la liberación de adrenalina desde la médula suprarrenal, aumenta el ritmo cardiaco, la disponibilidad de glucosa, e incrementa la presión y el volumen sanguíneo, el cual es reencusado fuera de los órganos no esenciales hacia el corazón y los músculos estriados, a fin de que el animal pueda responder luchando o escapando de la amenaza.

El segundo concepto es el Síndrome General de Adaptación de Selye, que corresponde a una teoría de adaptación a un estrés biológico y consta de tres estadios: en primer lugar, respuesta inmediata, mediada por el sistema simpático; de carácter automático, defensivo y antiinflamatorio, produce un aumento de la frecuencia cardiaca, contracción esplénica con liberación de glóbulos rojos, aumento de la capacidad respiratoria y aumento de la coagulación sanguínea. Es una respuesta de duración limitada caracterizada por una gran liberación de glucocorticoides al torrente sanguíneo. En segundo lugar, resistencia, en esta etapa el organismo intenta superarse, adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como una amenaza o agente nocivo. En esta etapa hay una participación del eje hipotálamo-hipófisis y corteza adrenal, ocurre una normalización de los niveles de corticoesteroides y tiene lugar la desaparición de la sintomatología. Finalmente, reacción de agotamiento, que ocurre cuando el estímulo crónico se repite con frecuencia o es de larga duración sobrepasando los niveles de resistencia, el cual aumenta la actividad endocrina, ocasionando efectos dañinos sobre los sistemas y aparatos, y esto

podría terminar con la muerte del individuo (Vélez Marín & Uribe Velásquez, 2010).

Además del calor, humedad relativa es otra variable que afecta el desarrollo óptimo de los pollos de engorde. Ya que en zonas de alta humedad se dificulta la liberación de calor por medio de la evaporación (Farfán, Oliveros, & De Basilio, 2008)

EFFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE LAS AVES

Las aves de corral son más susceptibles a los choques de calor, debido a que no pueden sudar y no poseen glándulas sudoríparas. Por ello, no pueden soportar temperaturas extremas arriba de los 31°C por tiempo prolongado. Adicionalmente, el plumaje les dificulta disipar el calor endotérmico y exotérmico (Corona Kisboa, 2013).

Este efecto de altas temperaturas origina la condición de estrés calórico en los animales, lográndose distinguir dos tipos: el crónico, producido por temperaturas ambientales entre 28 y 32°C por espacios relativamente cortos (entre 10:00 y 16:00 horas), afectando las funciones fisiológicas y el nivel de producción del ave, y el agudo, que tiene lugar cuando la temperatura cambia radicalmente (34 a 40 °C) por periodos cortos de tiempo, ocasionando igualmente disminución de los índices productivos pero con riesgos de elevar la tasa de mortalidad (López, Oliveros, Vasco de , Machado, & Marquina, 2013).

El estrés calórico genera una variación de temperatura corporal y de la tasa respiratoria. Cuando la tasa de respiración incrementa, como respuesta fisiológica ante el calor, se produce una pérdida excesiva de CO₂, por lo tanto la presión parcial de CO₂ (pCO₂) decrece y el riñón aumenta la excreción del bicarbonato (HCO₃) y reduce la excreción de H⁺, manteniendo el balance ácido-base de la sangre, evitando de esta manera el desarrollo de la alcalosis respiratoria. El sistema sanguíneo, particularmente, es sensible a los cambios de temperatura, siendo un indicador muy importante de respuestas fisiológicas de las aves estresadas (Farfán López, Rossini, & Vasco de, 2013).

En condiciones normales, la formación del cascarn induce una acidosis renal asociada al a

reabsorción total de HCO₃ filtrado. Al mismo tiempo, la secreción de la cáscara induciría una acidosis metabólica ya que la formación de CaCO₃ insoluble involucra la liberación de iones H⁺. Estas condiciones ácidas son contrarrestadas por el sistema tampón de bicarbonato del fluido uterino. Sin embargo, en condiciones de estrés calórico, el aumento de la tasa respiratoria, como medida para liberar por evaporación calor, reduce la pCO₂ sanguínea y la concentración de H⁺ produciendo un estado de alcalosis respiratoria. Estas alteraciones se acompañan por una reducción de la tasa de crecimiento y disminución de la calidad de la cáscara en ponedoras (Betancourt & Romero, 2002).

El estrés por la elevada temperatura ambiental y la humedad relativa es aún uno de las mayores perturbaciones ambientales que reducen el comportamiento de las aves. Este induce la hiperglicemia, reduce la concentración de proteína en el plasma y aumenta la excreción mineral. Se ha reportado que la evaporación persistente desequilibra el balance ácido-base y conlleva a una alcalosis respiratoria (Ajakaiye, Pérez Bello, Cuesta Mazorra, García Díaz, & Mollineda Trujillo, 2010).

Las condiciones óptimas o de termoneutralidad en gallinas ponedoras es de 21-25°C, con ciertas fluctuaciones hasta los 28°C, considerándose ésta última como el límite crítico superior para todas las aves de corral. Cuando la gallina se encuentra en un ambiente cálido (28-35°C), la temperatura del cuerpo del animal se eleva drásticamente debido a golpes de calor, con una reducción significativa del consumo de alimento de 1.0 a 1.5% por cada 1°C de aumento de temperatura, afectando la ganancia diaria de peso. Por lo tanto, cuando la ingesta voluntaria de alimento disminuye, el animal no posee los requerimientos energéticos y minerales necesarios para la producción de huevo, siendo afectado en primera instancia la tasa de postura, peso del huevo y calidad de la cáscara, con disturbios neurorespiratorios, pérdida del equilibrio ácido-básico en sangre por hipoxia crónica, eliminación excesiva de CO₂ e hiperventilación (Corona Kisboa, 2013).

Además, se ha encontrado que la exposición crónica al calor en gallinas, disminuye significativamente la digestión de las proteínas,

grasas y carbohidratos del alimento concentrado, limitando la disposición y transporte de nutrientes como calcio y fósforo a nivel celular para la formación del huevo. De hecho, cuando se combinan los niveles marginales de fósforo con el estrés por calor, pueden elevar las tasas de mortalidad, especialmente en las aves de mayor edad (Corona Kisboa, 2013). Esto coincide con lo que menciona Estrada, 2007, la exposición de las aves a estrés climático, principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo energético, resultando en bajas tasas de crecimiento, reducción de la eficiencia de la conversión alimenticia, inmunosupresión y alta mortalidad.

Según Estrada, 2007, la temperatura orgánica de las aves presenta una mayor variabilidad que los mamíferos. En el ave adulta, la temperatura fluctúa entre 40.5 y 41.9°C. Los pollitos de un día de edad poseen una temperatura corporal entre 37.6 y 39 °C. Si la temperatura de incubación es de 37.6 °C., la capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día y depende fundamentalmente de su aislamiento, del grado de desarrollo muscular y del grado de su control nervioso central. Esto demuestra que al nacer y durante los primeros 21 días los polluelos aún no pueden regular su temperatura corporal y son considerados heterotermos. Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor, la cual debe brindar un ambiente de 32°C., una temperatura más elevada causa deshidratación, afectando su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30°C interfieren con la absorción del saco vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida. A partir de los 22 a los 35 días de edad, la temperatura corporal aumenta hasta estabilizarse en 40.5 y 41.9°C, momento en el cual pueden controlar su temperatura.

Este proceso de control de la temperatura corporal es acompañado por el crecimiento de las plumas. Cuando nacen solo tienen plumón, pero a partir de los 21 a los 30 días están emplumados completamente lo que aumenta la protección contra el frío, porque éstas actúan como una barrera. El rango de comodidad se extiende y la temperatura ambiental desciende, de modo que en las últimas semanas del periodo productivo

prefieren una temperatura de entre 18 y 21°C y esto significa que al inicio de la crianza su mayor preocupación debe estar concentrada en proporcionarles suficiente calor (Estrada Pareja, Márquez Girón, & Restrepo Betancur, 2007).

Chacón, 2015, encontró que en pollos de engorde comercial, los aumentos de la temperatura corporal influyen la frecuencia cardiaca, lo que origina incrementos de esta variable, produciendo disminución del volumen sistólico y en consecuencia del gasto cardiaco, cuando los animales se encuentran bajo situaciones de estrés calórico. Los pollos criollos, parecen estar adaptados a condiciones de temperatura ambiente elevadas, éstos son capaces de aumentar sus valores de gasto cardiaco, cuando están expuestos a aumentos de calor ambiental. Los pollos comerciales tienen una menor relación volumen de sangre eyectada por el músculo cardiaco/min/g de peso vivo, en comparación con los pollos criollos, lo que los hace menos eficientes al momento de disipar calor, a través de la evaporación corporal pero principalmente la evaporación respiratoria, para la cual estos animales necesitan llevar altos volúmenes de sangre a los pulmones para poder ser enfriada, siendo éste el principal mecanismo de pérdida de calor corporal en los pollos.

INDICADORES FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS DEL ESTRÉS CALÓRICO

El peso del huevo disminuye con el aumento de la temperatura ambiental a un promedio de 0.4 g por cada °C de incremento a partir de los 25°C, con humedad relativa de 80%, generándose huevos de menor tamaño y peso, fruto de la incapacidad de termorregulación de las hembras reproductivas, junto a la pérdida de agua, CO₂ y aumento de la cámara de aire del huevo. La transferencia de vapor de agua del interior al exterior del huevo depende del gradiente de presión de vapor de agua y de la superficie de transferencia, cutícula y la porosidad de la cáscara (Corona Kisboa, 2013).

La calidad de la cáscara es mejor cuando las temperaturas son cíclicas y bajan en algún momento del día de los 25°C, en comparación cuando las altas temperaturas son constantes ya que se ha demostrado que el estrés térmico

provoca jadeo y alcalosis respiratoria, incrementándose la frecuencia respiratoria, junto a la disminución del CO₂ en el torrente sanguíneo de la gallina, elevándose el pH en sangre, con la consiguiente pérdida de agua a nivel tisular. La disminución del consumo por estrés térmico, trae como consecuencia inmediata una menor ingesta de nutrientes, produciéndose un desequilibrio metabólico en el ave. Como resultado de este cambio, el albumen pierde parte de su consistencia y se facilita su posterior alteración, al mismo tiempo que la yema pierde coloración y, en casos extremos, su densidad (Corona Kisboa, 2013).

Los pollos híbridos de engorde demoran en alcanzar el peso de mercado en áreas de altas temperaturas y humedad, comparados con los que se desarrollan en condiciones templadas. Las aves más pesadas también se afectan por una mortalidad relativamente más alta y, en consecuencia, deben ubicarse en una densidad menor (Segura, 2003).

Aunque el pollo de carne pasa 65% de su tiempo en reposo, se mueve para hidratarse, comer, explorar zonas frescas y extender sus alas. Estas actividades vitales producen breves variaciones de calor que también los va a limitar cuando la temperatura se eleva en horas del mediodía y la tarde, originado el aumento de la frecuencia respiratoria debido a los músculos inspiratorios y expiratorios, disminuyendo su actividad como medio eficaz para aliviar el exceso de calor generado, causando un aumento progresivo de la temperatura corporal. Igualmente, los intensos jadeos iniciales comienzan a declinar siendo limitados para eliminar el aire inspirado antes de alcanzar los pulmones, produciendo una hipoxia. Aparte del incremento de la actividad de los músculos cardíacos, conduciéndolos a un ascenso del calor endotérmico (Corona Lisboa, 2012). Chacón, 2010 reportó que frecuencia cardiaca de pollos sometidos a ambientes calurosos aumenta.

El efecto del estrés por calor es importante debido a que causa cambios físicos y químicos post mortem en el músculo, induciendo el desarrollo de la condición pálida, suave y exudativa en la carne. Se ha demostrado que el estrés y calor provoca un bajo pH muscular, producido por una acelerada glucólisis post

mortem, cuando la canal está caliente. Esto ocasiona la desnaturalización de las proteínas musculares miofibrilares y sarcoplásmicas, responsables del color de la carne, además de ocasionar una consistencia poco firme y apariencia pálida, produce una baja capacidad de retener agua y mayores pérdidas por goteo, ya que el pH tiene una acción directa en determinar el número de grupos reactivos de las proteínas y su capacidad de ligar agua. Esto tiene como consecuencia una falta de jugosidad y por ende una textura relativamente dura. Este estrés por calor puede darse por hacinamiento durante el transporte o en unidades de producción (Bautista, y otros, 2016)

Las altas temperaturas reducen el metabolismo tiroideo y el metabolismo mitocondria l celular, pero también reducen el consumo alimenticio que tiene los mismos efectos sobre la tiroides y las mitocondrias. El ave a altas temperaturas bebe más. Esta agua sirve para compensar las pérdidas de agua por evaporación debidas al jadeo y/ó reducir la temperatura corporal porque el agua tiene una temperatura más baja que la del cuerpo. Una justificación frecuente de la distribución de iones viene de los efectos del jadeo sobre el pH de la sangre. Cuando el ave jadea, elimina mucho CO₂ y la presión parcial de CO₂ en la sangre baja produciendo alcalosis (Vasco de , 2010).

MECANISMOS DE DISIPACIÓN DE CALOR

La pérdida de calor hacia el ambiente externo se realiza mediante dos rutas o formas principales: La primera es por transferencia no evaporativa de calor hacia el aire y superficies adyacentes al animal mediante convección, conducción, e intercambio termal por radiación. La segunda ruta es por la transferencia de calor evaporativo, asociado con la pérdida de vapor de agua desde la superficie corporal y el sistema respiratorio (Ajakaiye, Pérez Bello, Cuesta Mazorra, García Díaz, & Mollineda Trujillo , 2010). Sanmiguel, 2011 coincide con que la disipación de calor se realiza por los siguientes medios:

Convección: Es la disipación de calor al aire libre alrededor del ave y se debe a la redistribución de moléculas dentro del fluido en cuestión (aire). Su magnitud depende de dos factores: La diferencia

de temperaturas entre la superficie del animal y el aire. Y la aislación térmica provista por la capa límite de aire alrededor del cuerpo. Esta capa límite es alterada por las corrientes de aire y la naturaleza de la superficie (pelos, plumas, piloerección, entre otros). Bajo condiciones de viento, el calor es removido por convección forzada en una magnitud que depende de la velocidad y dirección del viento. En condiciones de aire quieto o calmado, el movimiento del aire alrededor del cuerpo animal es consecuencia del movimiento ascendente natural del aire (el aire caliente asciende) y el calor se remueve mínimamente por convección libre.

Radiación: Es la pérdida de calor a través de la piel en contacto con el aire. Esta ruta de perder calor será exitosa si los galpones tienen una ventilación adecuada. La energía radiante se mueve en el espacio alrededor del animal por medio de ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta. Bajo sistemas de explotación en jaulas, la gallina puede perder calor por radiación, cuando la temperatura del techo sea más baja que la temperatura del animal. Sin embargo, un techo con pobre aislación térmica, en climas cálidos, puede resultar en una ganancia significativa de calor radiante sobre el lomo de los animales.

Conducción: Es el flujo o transferencia de calor entre la gallina y cualquier superficie, particularmente el piso. A diferencia de la convección aquí no existe translocación relativa de moléculas. Las moléculas más calientes imparten energía cinética a las moléculas más frías mediante contacto directo (Corona Kisboa, 2013).

ALTERNATIVAS PARA EVITAR EL ESTRÉS CALÓRICO

La restricción del alimento en las horas más calurosas del día, obliga al ave a consumir el alimento en las horas más frescas del día y a minimizar la producción de calor en las horas de mayor temperatura ambiental. Sin embargo, este ayuno no puede ser muy prolongado ya que su efecto es limitado, en pollos de engorde a mayor período de tiempo sin consumir alimento produce una menor tasa de crecimiento. La restricción de alimento durante las horas más calurosas del día (09:00 a 16:00 horas), reduce la

temperatura corporal 0.3 y 0.4°C, entre 35 y 42 días de vida respectivamente, pero, genera reducción del rendimiento (ganancia diaria de peso) y muerte por aplastamiento al momento de ofrecer el alimento. (Vasco de , 2010). Así mismo Olivares, 2013, reporta que la hora del día es un factor determinante en la estimación de condiciones de confort animal, por lo que en temporada seca las horas más recomendables para la alimentación de las aves es de 7:00 a 10:00 am.

El calor que se produce en un galpón proviene de dos fuentes, el producido por los pollos a través de su metabolismo y el que ingresa de la radiación a través del techo. Este último se puede reducir con el uso de coberturas capaces de limitar su ingreso al interior del galpón, como hojas de palma o poliuretano. También se pueden emplear microaspersores de refrigeración, los cuales inyectan en el aire agua que al evaporarse reducen la temperatura. El enfriamiento depende de la humedad ambiente inicial y del tamaño de las gotitas difuminadas. En términos generales se están utilizando picos que proporcionan entre 4 y 8 l/h. El uso de ventiladores, tanto típicos como de túnel, es otra alternativa para disminuir las temperaturas en las granjas avícolas (Vasco de , 2010).

Gualoto, 2013, evaluó la adición de ácido acetilsalicílico a la dieta de pollos de engorde y, concluyó que este compuesto influyó en el comportamiento productivo de los pollos en todas las fases (cría – desarrollo y engorde), ya que inhibe la producción de prostaglandinas y evita la formación de tromboxanos; lo que impide la muerte por estrés calórico. Usar 300 mg de ácido acetilsalicílico por kilogramo de alimento balanceado reduce la mortalidad, ya que disminuye los estados de tensión que provoca el estrés calórico en días muy soleados. Sin embargo, aunque disminuye la mortalidad, los parámetros productivos no son mejores, resultando que la relación beneficio costo es mejor en pollos donde no se aplicó dicho ácido.

Por su parte, Farfán, 2010, adicionó minerales tanto en el alimento como en el agua de pollos de engorde y concluyó que al adicionarlos al agua se mejoró el desempeño fisiológico de los pollos, logrando disminuir la temperatura corporal durante las condiciones de estrés calórico crónico

y reducir la mortandad hasta un 22% en condiciones de estrés calórico agudo.

Tolentino, 2008, evaluó la influencia de la temperatura y humedad medioambiental sobre los parámetros productivos de pollos de carne de la línea Cobb-Vantress criados bajo el sistema de galpón abierto. Llegó a la conclusión de que los pollos criados durante la estación de invierno obtuvieron un mayor peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, uniformidad de pesos e índice de eficiencia productiva, así como una menor mortalidad, en comparación con pollos criados en el verano.

En clima cálido ahora es muy común el uso de ventiladores y atomizadores o nebulizadores sobre las aves en jaulas o módulos mientras se cargan los vehículos para reducir el estrés térmico (Bilgili, 2005).

IV CONCLUSIÓN

El estrés calórico afecta cualitativamente y cuantitativamente la producción de carne y huevo en las aves, por lo que es de vital importancia considerar acciones que permitan regular la temperatura en las granjas, para obtener el potencial productivo de la especie. Estas pueden ser tanto de infraestructura (rústica o tecnificada), así como de manejo y dietas de las aves.

REFERENCIAS

- Ajakaiye, J., Pérez Bello, A., Cuesta Mazorra, M., García Díaz, J., & Mollineda Trujillo, Á. (2010). El estrés calórico en algunos electrolitos de plasma de gallinas ponedoras durante el verano en clima caliente-húmedo y suplementadas con vitaminas C y E. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(4).
- Bautista, Y., Narciso, C., Hernández, A., Becerril, C. M., Sosa, E., & Velasco, J. (2016). Efecto del estrés por calor y tiempo de espera ante mortem en las características físicoquímicas y la calidad de carne del pollo. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 48, 89-97.
- Betancourt, L., & Romero, H. (2002). Una revisión al metabolismo ácido-base y su relación con la nutrición en aves. *Rev. Col Cienc Pec*, 198-206.
- Bilgili, S. F. (2005). Manejo del pollo de engorda durante el periodo pre-sacrificio.
- Chacón, T., Comerma Sttefensen, S., Colina, Y., & Rojas, J. (2010). Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. *Zootecnia tropical*, 93-100.
- Chacón Chacón, T. C., De Vasilio de Abreu, V. A., Zerpa González, H. A., Pinto Santini, L. V., Rojas, J., Comerma Steffensen, S. G., . . . Obispo Hernández, N. E. (2015). Desempeño cardiovascular de dos estirpes de *Gallus gallus domesticus* sometidas a estrés

- calórico agudo. *Revista de Facultad de Ciencias Veterinarias UCV*, 60-66.
- Corona Kisboa, J. (2013). Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 14(7), 1-15.
- Corona Lisboa, J. L. (2012). Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde en Venezuela. *Revista electrónica de veterinaria*, 13(6).
- Estrada Pareja, M. M., Márquez Girón, S. M., & Restrepo Betancur, L. F. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 288-303.
- Farfán López, C., Rossini, M., & Vasco de, B. (2013). Efecto de la adición de electrólitos en agua y alimento sobre algunas variables productivas y sanguíneas en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico. *Zootecnia Tropical*, 31(3), 225-234.
- Farfán, C., Oliveros, I., & De Vasilio, B. (2010). Efecto de la adición de minerales en el agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. *Zootecnia tropical*, 363-373.
- Farfán, C., Oliveros, Y., & De Basilio, V. (2008). Variables ambientales internas y externas en una unidad de cría de pollos de engorde. XII Reunión Argentina de Agrometeorología.
- Gualoto Gualoto, L. X. (2013). Efecto del uso de ácido acetilsalicílico, sumisnitrado en el balanceado, para evitar muertes por estrés calórico, en la producción de pollos Broiler. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador.
- Gutiérrez Triay, M. A., Segura Correa, J. C., López Burgos, L., Santos Flores, J., Santos Ricalde, R. H., Sarmiento Franco, L., . . . Molina Canul, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 7(3), 217-224.
- López, N., Oliveros, Y., Vasco de, B., Machado, I., & Marquina, J. (2013). Condiciones ambientales y respuesta productiva en pollos de engorde en unidad de ambiente semicontrolado. *FCV-LUZ*, 28(2), 120-125.
- Medina Cardeña, J. C., Rejón Ávila, M. J., & Valencia Heredia, E. R. (Enero-junio de 2012). Análisis de la rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XVI(30), 909-919.
- Olivares, B. O., Guevara, E., Oliveros, Y., & López, L. (2013). Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la mesa de guanipa, estado Anzoátegui. *Zootecnia tropical*, 221-235.
- Sanmiguel Plazas, R. A., & Díaz Ávila, V. (2011). Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista colombiana de ciencia animal*, 88-94.
- Segura, J. (2003). Comportamiento de ocho híbridos comerciales de pollos de ceba, criados en el trópico mexicano en instalaciones abiertas y controladas ambientalmente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(4).
- Tolentino M, C., Icochea D, E., Reyna S, P., & Valdivia R, R. (2008). Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. *Rev Inv Vet Perú*, 9-14.
- Vasco de, B. (2010). Estrés cañórico en aves. Universidad Central de Venezuela.
- Vélez Marín, M., & Uribe Velásquez, L. (2010). ¿Cómo afecta el estrés calórico en la reproducción? *Biosalud*, 9(2), 83-95.

Evapotranspiración del mezquite “prosopis sp” en el noroeste de Sonora, México.

Saturnino García García¹, Christopher John Watts Thorp², Jaime Garatuza Payán³

¹Departamento de Arquitectura, ITSON, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Municipio de Huichapan, Hidalgo, México, ²Departamento de Medio Ambiente, Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, Av. Reyes y Aguascalientes S/N, 83190 Hermosillo, Sonora, México, ³Departamento de Recursos Naturales, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Colonia centro, Ciudad Obregón, Sonora, México.
sgarcia@iteshu.edu.mx,

Resumen— Uno de los objetivos del programa SEMI-ARID LAND-SURFACE-ATMOSPHERE en la modelación matemática de pérdidas de agua en vegetación para entender el impacto al medio ambiente y la conductancia estomatal (Goodrich et al, 2000). En el noroeste de Sonora, México se midieron variables meteorológicas para poder estimar la evapotranspiración del mezquite “prosopis sp” usando fórmulas conocidas como la ecuación de Penman-Monteith y crear algoritmos prácticos que expliquen la pérdida de agua. La ecuación de Penman-Monteith necesita variables y datos climatológicos medidos con alta precisión para estimar correctamente la evapotranspiración.

Uno de los datos necesarios es la resistencia aerodinámica, un dato que no se conoce, pero que se puede calcular mediante la calibración de modelos que usen las variables meteorológicas y la resistencia. Después de que se conoce la resistencia aerodinámica de la especie, se formularon modelos que expliquen la evapotranspiración y se corroboraron los cálculos con los arrojados por los equipos de medición de flujo de energía.

El mejor de los modelos probados fue el que está en función del índice de área foliar (LIA). Con este modelo se facilita la estimación de la evapotranspiración de la especie en estudio para cualquier momento del año y en función de variables sencillas como la humedad, la temperatura y la radiación solar. Tales variables son más sencillas de medir y a bajo costo económico ya que es imposible establecer una red de monitoreo en toda la cuenca por el alto costo de adquisición de los equipos.

En zonas semi-áridas, en donde escasea el agua, es de vital importancia administrarla correctamente. La herramienta básica para lograrlo es mediante el ciclo hidrológico. Con la finalidad de lograr mediciones y cuantificaciones más exactas, en alguna cuenca de interés, se necesita estimar con precisión todos los elementos en el ciclo. Esta es una de las razones para estimar la evapotranspiración en el mezquite (prosopis sp) en la cuenca del Río San Pedro, México.

Además de que nos sirve para predecir las afectaciones al medio ambiente producidas por el hombre y para calibrar los sensores remotos utilizados durante el estudio multi-internacional. En esta investigación se modeló la resistencia superficial para estimar la evaporación del mezquite. Se hicieron mediciones de campo por medio del sistema de correlación de turbulencias. Se midieron todas las variables climáticas que están presentes en los modelos de resistencia superficial, así como también todas las variables en el modelo de Penman-Monteith para transpiración a excepción de la resistencia superficial y la resistencia aerodinámica. La resistencia aerodinámica es calculada en función de variables climáticas como lo son: velocidad del viento y velocidad de fricción. Los resultados muestran que la resistencia superficial tiende a aumentar para los días más secos que para los lluviosos y en cuanto a los flujos de energía el calor latente disminuye para la época seca notablemente en comparación con el calor sensible. Se determinó la transpiración del mezquite en época de sequía de aproximadamente 50 W m^{-2} (1.75 mm día^{-1}) aportando humedad de la zona freática.

Abstract. One of the objectives of the SEMI-ARID LAND-SURFACE-ATMOSPHERE program is to explain the water loses from vegetation. To achieve this purpose is by using mathematical models which are helpful to understand the conductance and the impact to the environment (Goodrich et al, 2000). In the north west of the Sonora State in Mexico , meteorological variables were measured to figure out evapotranspiration from the mesquite species prosopis sp. The Penman-Monteith equation was used to this end. Besides, practical algorithms were developed to explain the water loses. The Penman-Monteith equation needs climatological data and variables which must be measured accurately.

One of the needed data is aerodynamic resistance, an unknown data, but this can be calculated and verified. After aerodynamic resistance is obtained, the data was used in equations that use it and validated against the

measurements of energy flux. The best of the tested models was the one in function of the leaf index area (LIA). This model can be used to estimate the evapotranspiration measuring just simple climate variables such as soil humidity, air temperature and solar radiation. Such as procedure is much less expensive than display a measurement net along of the watershed.

In semi-Arid zones, where the water is scarce, is a vital practice to manage it correctly. The principal tool to success it is by using the hydrological cycle. With the purpose to achieve exact measurements, in some particular catchment, is mandatory to estimate with enough precision the elements in the hydrological cycle. This is one of the reasons to estimate the evapotranspiration in the mesquite (*Prosopis* sp) in the San Pedro's Watershed in Mexico. Besides, it is useful to predict damages to the environment produced for the human hand and to calibrate the remote sensing devices used in this multi-international study. In this research the superficial resistance of the mesquite was modelled to estimate the evapo-transpiration of such specie. Field measurements were made by using the Eddy-correlation system. The whole weather variables in a superficial resistance model were measured, as well as all the variables in a Penman-Monteith model for transpiration but superficial and aerodynamic resistance. The aerodynamic resistance is figured out as a function of weather variables such as: wind speed and friction speed. The results show that superficial resistance is to increase in the drier days than in wet days. Considering the energy fluxes the latent heat diminishes noticeably in the dry season in comparison with the sensible heat. The mesquite's transpiration was determined in the dry season approximately as a value of 50 Wm^{-2} (1.75 mm día^{-1}). It can be concluded that the water deficit is taken from the water table.

Palabras clave — evaporación, flujos de energía, modelación, resistencia aerodinámica, sequía, variables climáticas, transpiración.

I. INTRODUCCIÓN

Parte del agua que alcanza la superficie terrestre es infiltrada, posteriormente es absorbida por las plantas que usan para la formación de los tejidos y necesidades fisiológicas (aproximadamente 2%), y el resto es transpirada hacia la atmósfera. Este proceso de transpiración juega un papel importante en el balance de agua de una región y en los estudios hidrológicos, la evapotranspiración es mayor que la precipitación en las regiones semiáridas por lo tanto el agua juega un papel importante en las regiones áridas y semiáridas durante la época de sequía para la sobrevivencia de las plantas y el

control estomatal de la pérdida de agua es ciertamente de una importancia particular (Hanan y Prince, 1997). Existen diversas maneras de medir la evapotranspiración de los vegetales por mediciones directas de los flujos de vapor turbulento (usando las correlaciones de turbulencia o las técnicas de varianza), por medio de lisímetros, en los cuales se determina la cantidad de agua perdida por un volumen determinado de suelo y plantas contenido en un recipiente cerrado, el cambio en contenido de agua se determina por diferencia de pesos, a la vez que se trata de mantener las condiciones de humedad del suelo circundante (Maidment, 1993). Otra manera de medir la evapotranspiración por métodos indirectos usando la ecuación de balance de energía de superficie y datos meteorológicos (por medio de la relación de Bowen o métodos de perfil), (Garatuza et al., 1998). Sin embargo, en ambos casos, la medición de evapotranspiración puede ser difícil y costosa. Por ello, los modelos matemáticos basados en datos de clima estándares son frecuentemente usados. Uno de estos modelos es el de Penman-Monteith; modelo que utiliza el valor de resistencia superficial (r_s) de la especie analizada, pero, como este valor es más difícil de determinar, se ha optado por obtenerlo mediante un despeje matemático dentro de la misma ecuación, midiendo el flujo de calor latente (λE) y todas las otras variables involucradas en una porción del área total; esto obedece a que no es posible establecer una red densa de aparatos para medir λE debido a su gran costo de adquisición, operación y mantenimiento. Refiriéndonos a los estudios más recientes utilizados para estimar la resistencia superficial tanto con métodos directos e indirectos tenemos: Los estudios realizados en evaporación en el pino Scots y Corsican en Thetford en el Sur-Este de Inglaterra mediante técnicas aerodinámicas y la utilización de la relación de Bowen (Stewart and Thom, 1973; Thom et al. 1975) y mediante la utilización de la ecuación de Penman-Monteith pudieron deducir la resistencia superficial de la especie (Monteith y Unsworth 1990). En México dentro de los estudios más recientes en modelos de evaporación en cultivos están los realizados por: (Garatuza et al., 1998), quienes midieron el balance de energía y variables del clima cerca de la superficie durante el ciclo completo de

crecimiento del algodón y trigo sembrados en dos sucesivas temporadas 1995-1996 en un campo de cultivo situado en el Valle de Yaqui en Sonora, México. El programa SEMI-ARID LAND-SURFACE-ATMOSPHERE ("SALSA") tiene como uno de sus objetivos entender, modelar y predecir las consecuencias de los cambios inducidos por la naturaleza y actividades humanas en el balance del agua así como también en la diversidad ecológica de las regiones semiáridas en la Cuenca del Río San Pedro. Este programa es de carácter internacional y actualmente continúa con las investigaciones así como la recolección de datos, con la finalidad de lograr la culminación de sus objetivos. Cabe mencionar que este trabajo presentado es para difusión y que sea una base para futuras investigaciones.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La cuantificación de la evapotranspiración del mezquite en la cuenca del Río San Pedro es con la finalidad de elaborar algoritmos prácticos que expliquen las pérdidas de agua por evapotranspiración del mezquite de la especie *Prosopis sp.*, típico de esta cuenca, y evaluar sus impactos que tienen al medio ambiente. Además de servir de apoyo para lograr uno de los objetivos del programa SALSA que es el de modelar las pérdidas de agua en especies vegetales tanto con mediciones in situ como con mediciones usando sensores remotos (Q_i et al, 1998).

En esta cuenca se han usado isótopos de hidrógeno para determinar la conductancia estomatal del mezquite (Goodrich et al, 2000) ahora se pretende encontrar la resistencia aerodinámica para posteriormente usar este dato en el cálculo de la conductividad superficial.

La parte alta y las porciones medias de la Cuenca representadas en la fig. 1 tiene un área de drenaje de 7,610 km² aforada en la estación de Reddington en los Estados Unidos de Norteamérica, correspondiéndole a México una superficie de aproximadamente de 1,800 km² aproximadamente; las variaciones en cuanto a las diferentes alturas sobre el nivel del mar van de 1,100m a 2,900m.

El presente estudio se realizó en el Ejido Zapata; perteneciente al Municipio de Cananea, Sonora; México. En este ejido existen estaciones

climatológicas de la red de monitoreo de flujos meteorológicos y de superficie pertenecientes al programa SALSA (Semi Arid Land Surface Atmosphere). Los datos se colectaron durante el periodo del 1 de agosto al 15 de octubre de 1998.

Para poder obtener las variables de la ecuación de Penman-Monteith se instaló una torre, en la cual se implementó el sistema de correlación de Eddy, la torre tiene una altura promedio de 10 m, cubriendo un área de 3 m² aproximadamente, en la cual se instalaron los aparatos siguientes:

- 1.- Un anemómetro sónico CSAT3 (Campbell, Scientific, Utah) a una altura de 10 m junto con un higrómetro de Krypton (KH27).
- 2.- Un radiómetro neto (Q-7-1) instalado a una altura de 5 m.
- 3.- Una veleta instalada a 10.40 m.
- 4.- Pluviómetro de balancín instalado sobre la superficie a una distancia de 4m de la torre.
- 5.- Termopares a 5 m.
- 6.- Instalación de placas de flujo de calor de suelo.
- 7.- Un vaisala HMP35C.

Para el caso del sistema de correlación de Eddy las mediciones de fluctuaciones en velocidad de viento vertical, temperatura potencial y humedad específica las mediciones se realizaron 40 veces por segundo y los valores de flujo de calor latente (λE), de calor sensible (H), velocidad del viento (u) y de velocidad de fricción (u^*) se calcularon y almacenaron cada media hora en un CR10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC, UTAH)

Para medir los flujos de calor dentro del suelo se colocaron 6 placas a profundidades de 1,5,10,20,25 hasta 60 cm, a una distancia de 1 m. del mezquite. La presión de vapor en el aire fue medida cada 15 segundos y reportadas en promedios de cada media hora con el vaisala y guardados en un CR10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC, UTAH).

Para medir la radiación neta se utiliza un radiómetro neto con una carátula de plástico, siempre cuidando en todo momento que estuviera limpio; se observaba con unos binoculares sobre su limpieza ya que se montó sobre un brazo metálico de aproximadamente 3m. de longitud y a una altura de 1m. aproximadamente sobre el mezquite. Los datos obtenidos cada 15 seg. fueron reportados en

promedios de cada media hora y almacenados en un CR10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC, UTAH).

La temperatura del aire fue medida con un termopar y se tienen datos cada media hora reportados como un promedio de los observados cada 15 segundos almacenados en un CR 10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC UTAH).

El flujo de calor latente fue medido por el anemómetro sonico cada 15 segundos y reportados como un promedio cada 0.5 hrs., y almacenados en un CR10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC UTAH).

Las medidas de velocidad del viento (u) y de fricción (u^*) fueron medidos con el anemómetro sonico (CSAT3) y reportados como un promedio cada media hora y almacenados en un CR10 DATALOGGER (CAMPBELL SCIENTIFIC UTAH).

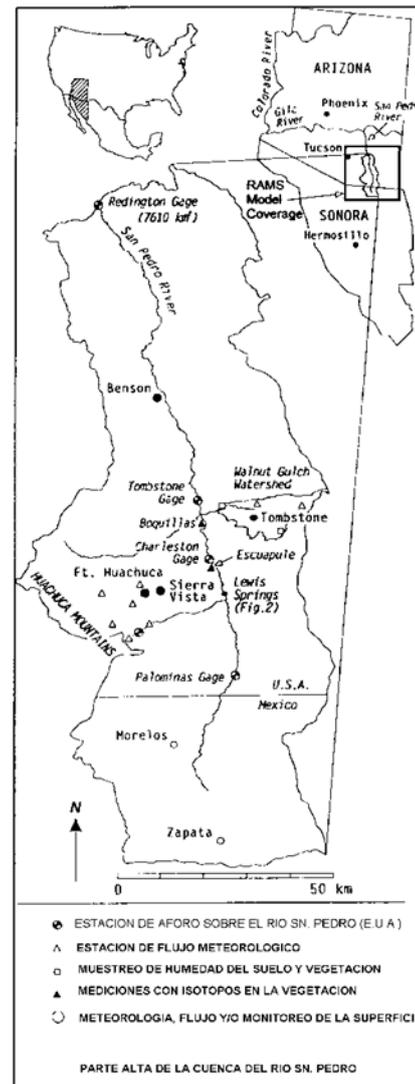


Figura 1. Localización del centro de estudio en el ejido Zapata, Cananea, Sonora, México.

La única variable que no se mide en el terreno es la resistencia aerodinámica (r_a), pero ésta es de suma importancia en el cálculo de la resistencia superficial para la ecuación de Penman-Monteith. Se puede determinar mediante el uso de la Ecuación 6, previamente habiendo sido medidas la velocidad del viento (u_z) y la velocidad de fricción (u^*). Sin embargo cuando se calculó la resistencia aerodinámica (r_a) para todo el experimento, se observó que en la gráfica de velocidad del viento contra la resistencia aerodinámica (Figura 3), los puntos están muy dispersos.

Para el cálculo de la resistencia aerodinámica se usó la fórmula:

$$r_a = \frac{\ln\left[\frac{z_u - d}{z_{om}}\right] \ln\left[\frac{z_e - d}{z_{ov}}\right]}{(0.41)^2 u_z} \quad (1)$$

en m^{-1}

z_u y z_e son las respectivas alturas de medición de la velocidad del viento y mediciones de humedad, y U_z es la velocidad del viento. $z_{om} = 0.123 \text{ hc}$ y $z_{ov} = 0.0123 \text{ hc}$; $d = 0.67 \text{ hc}$ y hc es la altura promedio del cultivo.

$$E = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{\Delta A + \rho_a c_p D / r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s / r_a)} \right] \quad (2)$$

en ms^{-1}

La fórmula anterior es la bien conocida ecuación de Penman-Monteith. Se usó en el cálculo de la evaporación, en este experimento, en la cual

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(237.3 + T)^2} \quad (3) \text{ en}$$

kPa $^{\circ}\text{C}^{-1}$

A se calcula por $A = R_n - G$, D es el déficit de la presión de vapor ($e_s - e$) (en kPa) medido a la altura Z_o , r_a es calculado de la ecuación (1) y r_s , es la resistencia superficial, la densidad del aire está dada por:

$$\rho_a = 3.486 \frac{p}{275 + T} \quad (4)$$

en kg m^{-3}

donde p es la presión atmosférica en kPa. y T es la temperatura en grados Celsius.

La constante psicométrica γ es definida por la ecuación:

$$\gamma = \frac{c_p P}{\epsilon \lambda} \times 10^{-3} = 0.0016286 P / \lambda \quad (5) \text{ en}$$

kPa $^{\circ}\text{C}$

C_p es un valor fijo del calor específico del aire a presión constante y su valor es $= 1.01 \text{ (J g}^{-1} \text{K}^{-1})$ y γ es la constante psicométrica (en kPa K^{-1}),

$$r_a = \frac{u_z}{u_*^2} \quad (6)$$

U_z es la velocidad del viento U_* es la velocidad de fricción obtenidas con el anemómetro sónico. La resistencia aerodinámica por medio de la ecuación de Choudhury es:

$$r_a = \frac{[\ln(z - d) / z_o]^2}{[k^2 u (1 + \eta)^p]} \quad (7)$$

Donde z es la altura de medición de velocidad del viento, $d = 0.67 \text{ hc}$ es la altura media del cultivo, $z_o = 0.0123 \text{ hc}$, $k = 0.41$, $u =$ velocidad del viento, $p = 0.75$ en condiciones inestables, $p = 2.0$ en condiciones estables y $g =$ gravedad:

$$\eta = \frac{5(z - d)(T_o - T_a)g}{T_a u^2} \quad (8)$$

Donde T_o es la temperatura aerodinámica de la superficie, T_a es la temperatura del aire y r_a la resistencia aerodinámica.

Conductancia estomatal por medio del modelo JARVIS-STEWART.

$$g_s = g_{Rs} g_T g_D g_o \quad (9)$$

$$g_{Rs} = \frac{R_s(1000 + K_r)}{1000(R_s + k_r)} \quad (10)$$

$$g_T = \frac{(T_a - T_l)(T_h - T_a)^a}{(T_o - T_l)(T_h - T_o)^a} \quad (11)$$

$$a = \frac{(T_h - t_o)}{T_o - T_l} \quad (12)$$

$$g_D = 1 - K_{d1}e + K_{d2}e^2 \quad (13)$$

$$g_o = \left(\frac{\theta}{\theta_{max}} \right)^p \quad (14)$$

$g_s =$ conductancia superficial, $g_{Rs} =$ conductancia en función de la radiación solar, $g_T =$ conductancia en función de la temperatura, $g_D =$ Conductancia en función del déficit de presión, $g_o =$ Conductancia en función de la humedad del suelo, $R_s =$ Radiación solar, $T_a =$ Temperatura del aire, $\theta =$ humedad del suelo, $\theta_{max} =$ humedad máxima del suelo (parámetro ajustable), T_h, T_l y $T_o =$ parámetros de la ecuación (en K), K_{d1} y $K_{d2} =$ Parámetros ajustables de la ecuación. en

los días 225, 227 y 237 la relación de Bowen ($H/\lambda E$), donde: H es el flujo de calor sensible y λE el flujo de calor latente, es igual a 1, después el flujo de calor sensible va en aumento y el flujo de calor latente disminuye hasta alcanzar un valor de 250.

Para calibrar un modelo de resistencia superficial que explique la observada en el campo, se optó por aquellos modelos que han sido usados en otros experimentos y han probado su utilidad, como son un modelo tipo Jarvis-Stewart de conductancia superficial (Ecuaciones 9 a 14) y el de resistencia superficial en función del índice de área foliar (modelo LAI) (Ecuaciones 15 a 18). Para el modelo de conductancia superficial, g_s ($g_s=1/r_s$), tipo Jarvis-Stewart, una vez encontrado este valor se debe de invertir para encontrar la resistencia superficial (r_s), mientras que en el modelo de resistencia superficial en función del área foliar, la resistencia es dada directamente por la Ecuación 27. La calibración y validación se realizó minimizando la raíz cuadrada del error cuadrado medio entre el flujo de calor latente observado o medido comparándose contra el estimado, ya que el flujo estimado depende de la resistencia superficial estimada

$$r_s = \left(\frac{r_{smin} * F1}{LAI * F2 * F3} \right)$$

(15)

r_{smin} = resistencia superficial mínima optimizada, LAI=Índice de área foliar = 2.21 (medida en campo).

$$F1 = \frac{(1 + f)}{\left(f + \left(\frac{r_{smin}}{r_{smax}} \right) \right)}$$

(16)

r_{smax} = resistencia superficial máxima optimizada

$$f = \left(\frac{0.0055 * R_s * 2}{LAI} \right)$$

(17)

R_s = radiación solar medida en campo

$$F2 = \left(\frac{\theta}{\theta_{max}} \right)^p \quad (18)$$

θ =humedad del suelo medida en campo,
 θ_{max} = humedad máxima del suelo observada en campo, $F3=1-vap*D$
 vap =parametro optimizado, $D=e^*(T_a)-e_a$,
 $e^*(T_a)$ = presión de vapor saturada medida en campo, e_a = presión de vapor medida en campo. y por ultimo se calcula la conductancia superficial $g_s=1/r_s$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra los flujos de energía medidos durante el experimento, se puede observar que los flujos de calor sensible y de calor latente se mantienen casi paralelos al inicio del experimento y en los días 225, 227 y 237 la relación de Bowen ($H/\lambda E$), donde: H es el flujo de calor sensible y λE el flujo de calor latente, es igual a 1, después el flujo de calor sensible va en aumento y el flujo de calor latente disminuye hasta alcanzar un valor de 250 y 50 $W m^{-2}$ respectivamente y la relación de Bowen es igual a 5. Es conveniente observar que durante este período las lluvias fueron escasas y concentradas al inicio del período por lo que el calor latente disminuye monótonamente hasta alcanzar un valor más o menos constante de 50 $W m^{-2}$.

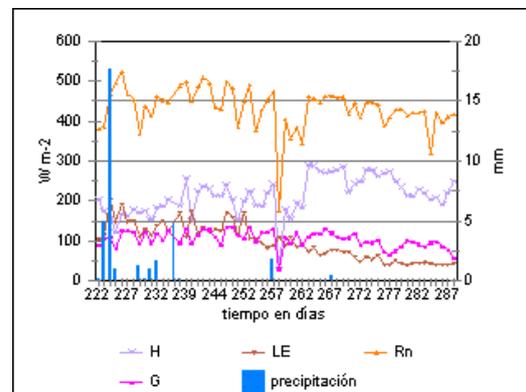


Figura 2. Balance de energía a través del tiempo donde H es el flujo de calor sensible, LE es el flujo de calor latente y Rn es la radiación neta, G es el flujo de calor dentro del suelo, todas ellas en unidades de $W m^{-2}$ y la precipitación en mm. Se puede apreciar que durante la época de mayores precipitaciones pluviales, días 222-257, el calor latente tiene valores mayores mientras que disminuye su valor cuando cesan las lluvias. En la época de sequía días 257 al 288 el calor latente disminuye y el sensible aumenta en su valor.

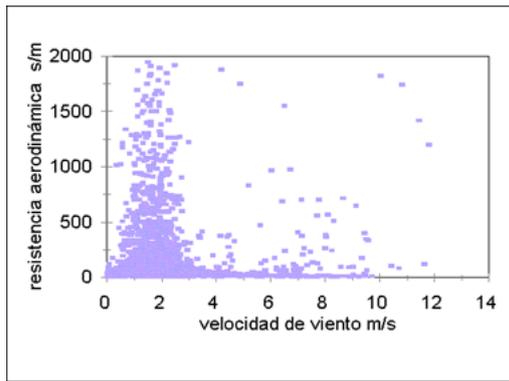


Figura 3. Ilustración de la resistencia aerodinámica entre el rango de 0 a 2000 $m s^{-1}$ calculada conforme a la Ecuación 6. Se aprecia que los puntos no guardan ninguna relación con la velocidad del viento (u_a) y además se encuentran muy dispersos.

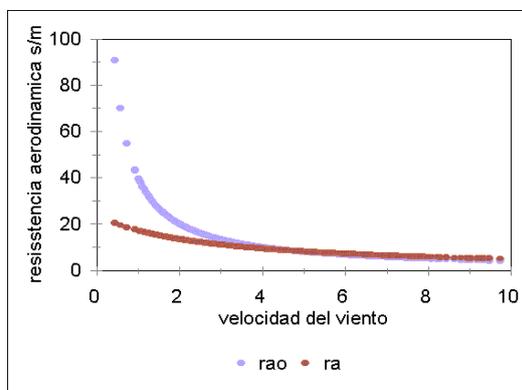


Figura 4. Ilustración de la resistencia aerodinámica calculada mediante el modelo de Choudhury (ec7). Aquí la dispersión de la resistencia aerodinámica es nula y la relación que guarda con la velocidad del viento es asintótica por lo que este procedimiento da seguridad en el cálculo de la resistencia aerodinámica permitiendo seguir en los siguientes pasos para obtener la resistencia superficial observada en el campo.

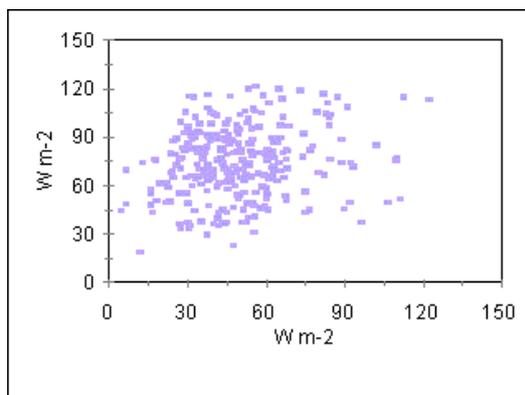


Figura 5. Ilustración de los flujos de calor latente observado (eje x) y del estimado (eje y) usando los parámetros optimizados del modelo tipo Jarvis-Stewart para el 50 por ciento final del total de los datos secos, con los cuales se optimizaron los parámetros del mismo modelo. Se puede observar

que los puntos están dispersos y que no existe una buena correlación entre lo calculado (eje y) y lo real (eje x).

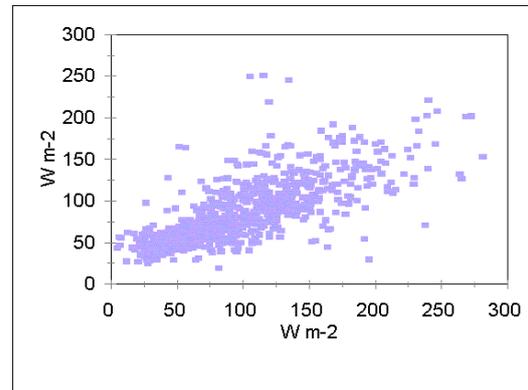


Figura 6. La figura muestra la validación de los parámetros por el modelo en función del índice de área foliar. Se observa una mayor dispersión de los flujos de calor latente estimado (eje y) y del observado (eje x) usando todos los datos tanto de días secos como húmedos, siendo su coeficiente de correlación inferior en un 8 por ciento con respecto al caso en que se usan exclusivamente datos de los días secos. Al ser comparados los resultados obtenidos con el experimento en La Posita al nor-oeste de México fueron bastante similares, con lo que los resultados de este trabajo son válidos.

Se concluye que la resistencia superficial del mezquite es explicada mejor con un modelo en función del índice de área foliar que uno tipo Jarvis-Stewart puesto que los coeficientes de correlación y errores, cuando se validan los parámetros, fueron mejores para el primer modelo, cuando se usan solo datos de días secos (ver tabla 1).

TABLA I

Resultados de los *errores cuadráticos medios y de los coeficientes de correlación tanto para la calibración de los parámetros así como la validación de los mismos en el modelo tipo Jarvis-Stewart y para el modelo ** del índice del área foliar

Datos Empleados	Modelo empleado	*RMSE	Coefficiente de correlación
Primera mitad de los secos	**LAI	38.51	0.6764
	Jarvis-Stewart	40.77	0.5186
Segunda mitad de los secos	**LAI	17.60	0.5000
	Jarvis-Stewart	36.03	0.1975
Primera y segunda mitad	**LAI	38.39	0.8330
	Jarvis-Stewart	38.39	0.6539
Todos (Secos y húmedos)	**LAI	36.87	0.7531
	Jarvis-Stewart	45.80	0.5808

Los resultados mostraron que en la época con más lluvias el déficit de presión era bajo en comparación con los secos, la fracción evaporativa es más alta en los días más lluviosos que en los secos, la resistencia superficial tiende a aumentar para los días más secos que para los lluviosos y en cuanto a los flujo de energía el calor latente disminuye para la época seca notablemente en comparación con el calor sensible. Se determinó la transpiración del mezquite en época de sequía de aproximadamente 50 W m^{-2} (1.75 mm día^{-1}) aportando humedad de la zona freática.

IV. CONCLUSIONES

La cantidad de agua que evapora el mezquite "prosopis sp" es mayor a la que proporciona la lluvia con lo cual atenúa más el problema de déficit de agua en la región. El agua en regiones semiáridas se considera escasa (Watson, et al., 1998) por el crecimiento continuo de población y se nota que con la proliferación de especies invasoras como el mezquite tomaran ese déficit de los mantos acuíferos subterráneos.

Por lo tanto, el ciclo hidrológico se ve afectado considerablemente por esta especie y con lo cual se reduce el potencial de uso de agua de los mantos acuíferos para consumo humano al mismo tiempo se incrementa la competición por el agua entre el mezquite y los pastizales existentes de la región.

El uso de los sensores remotos es de gran utilidad para áreas considerablemente grandes, los estudios llevados a cabo en tierra sirven para calibrar los sensores y llevar a cabo dicha tarea desde el espacio.

La resistencia superficial del mezquite prosopis sp se explica mejor con un modelo en función del índice de área foliar que uno del tipo Jarvis-Stewart.

Se hace una difusión de los estudios y de los resultados obtenidos durante el experimento ya que estos pueden servir como base para futuros experimentos en el país. Desde la culminación de estos estudios no ha habido un intento por

realizar uno semejante al concluido ni nacional ni multinacional.

REFERENCIAS

1. Aparicio, F., Fundamentos de Hidrología de Superficie, séptima reimpresión, Limusa, 1999.
2. Avissar, R., and Bravdo, "A model to simulate response of plant stomata to environmental conditions", Agric. For Meteorol., Vol. 34, pp 21-29, 1985
3. Garatuza, J. et al, "Measurement and modelling evaporation for irrigated crops in north-west Mexico, Hydrological Processes", pp1401-1414, 1998.
4. Goodrich D. C. et al, "Preface paper to the Semi-Arid Land-Surface-Atmosphere (SALSA) Program special issue", Agricultural and Forest Meteorology, 105, 2000.
5. Goutorbe, J et al, "HAPEX-Sahel: a large scale study of land atmosphere interactions in the semi-arid tropic", Ann. Geophys., Vol. 12, pp 53-64, 1994.
6. Hanan, N.P. and Prince, S.D., "Stomatal conductance of West Central Supersite vegetation in Hapex-Sahel: measurements and empirical models", J.Hydrology, pp . 536-538, 1997.
7. Jarvis, P.G., Stomatal response to water stress in conifers. In: Turner, N.C. & Kramer, P.J. (eds), Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, New York, pp 105-122, 1980.
8. Kelliher, F. M. et al, "Maximum conductances for evaporation from global vegetation types", Agric. For. Meteorol., Vol. 73, pp 1-16, 1995.
9. Kramer J., Relaciones Hídricas de suelos y plantas, Mc Graw-Hill, 1989.
10. Losch, T., and Tenhunen, J.D., Stomatal responses to humidity-phenomenon and mechanism. In: Jarvis, P.G. & Mansfield, T.A. (eds), Stomatal physiology. Cambridge University Press London, pp 137-161, 1981.
11. Maidment R. D., Handbook of Hydrology; Mc Graw-Hill -Press; University Texas Austin; pp 4.1-4.55, 1993 .
12. Massman, W. J. and Kaufman, M. R., Stomatal response to certain environmental factors: a comparison of models for subalpine trees in the Rocky Mountains. Agric. For Meteorol, Vol. 54, pp 155-157, 1991.
13. Monteith J.L. and M.H. Unsworth Principles of Environmental Physics; Edward Arnold-Press, London; 1990.
14. Stewart, J.B. and Thom A.S., Energy budgets in pine forest. Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society, Vol 99, pp 154-170, 1973.
15. Qi J. et al, Estimation of evapotranspiration over the San Pedro Riparian area with remote and in situ measurements, volume of the special symposium on hydrology, 11-16 January 1998.
16. Thom, A.S. et al, Comparison of aerodynamic and energy budget estimates of fluxes over a pine forest. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 101, pp 93-105.
17. Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H., Dokken, D.J. (Eds.), 1998. The Regional Impacts of Climate Change. An assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 517 pp.

Invernaderos sustentables para comunidades dispersas en la república mexicana

Juan Serrano arellano¹, Ascensión Evanan Olvera Alvarado², Juan Carlos Rodríguez Uribe³, Zaira Betzabeth Trejo Torres⁴

Departamento de Arquitectura^{1,2,3}, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan – ITESHU-TecNM^{1,2,3}, Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo., México. C.P. 42411.

aeolvera@iteshu.edu.mx

Resumen— Dentro de la república Mexicana se localizan comunidades dispersas donde obtener alimento no está al alcance de las personas, se realizó el diseño estructural de un invernadero para cultivar continuamente cualquier tipo de alimento independientemente de la estación del año en que se cultive, que ayude a generar un sustento económico para las familias, y mejorar su calidad de vida, aprovechando las energías naturales de forma sustentable, con la forma esférica de la biznaga se aprovecha mejor el asoleamiento, capta más agua pluvial y del ambiente por las noches.

Abstract— Within the Mexican Republic are located Dispersed communities are located Where food is not available to people, the structural design of a greenhouse was realized to continuously grow any type of food regardless of the season of the year in which it is cultivated, that helps generate economic support for families, and improve their quality of life, taking advantage of natural energies in a sustainable way, with the spherical form of the biznaga it takes advantage of the sun better, captures more rainwater and the environment at night.

Palabras clave — ambiente, estructura, microclima, rendimiento,

I. INTRODUCCIÓN

Debido a las condiciones ambientales del cambio climático, el cultivo en espacio abierto se ha complicado, los invernaderos son estructuras enfocadas a la producción anticipada en masa y fuera de las estaciones de cultivo, tanto en lugares cálidos como desérticos. Dichas estructuras pueden ser muy diversas entre si ya sean por características de materiales o por formas existentes [1]. La demanda de productos agrícolas es grande y demandante; hacer llegar la producción a lugares lejanos por logística implica un sobrecosto y tiempo, cultivar tradicionalmente requiere de áreas extensas que requieren agua en demasía. Con los invernaderos

la producción se multiplica y se encuentra mas cerca del consumidor por que pueden ubicarse en cualquier espacio pequeño y en la zona de consumo directamente, el agua requerida es muy poca y aprovechada al máximo al reutilizarse constantemente, además de que la cubierta de estas estructuras puede servir para captar agua pluvial para utilizar en el riego

Las principales ventajas de un invernadero son:

- Menor espacio y aumento de rendimiento
- Obtención de cosechas fuera de época y más rápido
- Siembra de variedades selectas
- Frutos de mejor calidad
- Ahorro de agua

La diversificación productiva, tan necesaria en los tiempos actuales, nos indica la necesidad de mejorar nuestros sistemas de producción de hortalizas y flores. Un invernadero es una herramienta muy útil para producirlas fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial, controlada y sustentable que permita ahorrar los insumos.

El cultivo vertical es una tendencia aceptada que se promueve mundialmente, y que poco a poco se adopta en México por los altos rendimientos de producción y comercialización en menor espacio dentro de los invernaderos. Se utilizan bolsas o macetas de aproximadamente un litro de sustrato como perlita, fibra de coco, lana de roca, turba, vermiculita, aserrín, carbón, tezontle, gravas, arena, paja y otros, que sustituyen la tierra y sirven de sustento del cultivo, permitiendo que el agua fluya y se drene por todo el elemento, y las raíces de la planta se extiendan mas fácilmente. El acomodo de las bolsas es en filas de siete, y en cascada hasta una altura de 2.30 m como máximo, permitiendo que el agua se reaproveche continuamente al drenarse

de las bolsas de arriba hacia abajo, recuperando el agua al final en sistemas de canales que la depositan en una cisterna para recircularse cuantas veces sea posible.

En los invernaderos la mayor inversión se realiza en la estructura y el sistema de riego, pero el establecimiento de uno costaría en promedio 130 pesos por metro cuadrado, precio que en poco tiempo puede amortizarse con la venta de la producción.

El riego por goteo es el sistema realizado por planta, ideal para el ahorro de agua porque utiliza poca agua en el proceso.

Los nebulizadores además de que funcionan como sistema de riego, ayudan al ahorro de agua, la ambientación y climatización natural, auxiliándose de orientaciones adecuadas.

La Hidroponía en si es el sustento de la planta y el riego al mismo tiempo, se implementa en tubos totalmente llenos de agua vitaminada, la cual circula a través de las raíces de las plantas.

El cultivo convencional puede resultar complicado por la relación terreno – productividad, los tiempos de cultivo, y la cantidad de agua utilizada, sin embargo existen otras alternativas que permiten producir de manera eficiente, sustentable y en mayor cantidad, optimizando los recursos, y generando un ahorro significativo.

El objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas de comunidades lejanas, incrementando la producción de sus propios alimentos mediante la construcción de invernaderos autosustentables.

Valorar la forma estructural de la biznaga como elemento natural autosustentable de zonas áridas para

Diseñar el modelo prototipo de un invernadero autosustentable con el menor recurso económico, que utilice espacios aptos y funcionales para incrementar la producción al

Implementar el cultivo en estructuras verticales que optimicen el espacio.

Cosechar el agua pluvial y del ambiente durante la madrugada para el uso en el riego

Reutilizar y reciclar el agua tratada de la vivienda.

Recuperar el agua de riego

Climatizar de forma natural al interior con ayuda del sistemas de riego por nebulización y el viento cruzado.

Desarrollar un marco teórico que sustente la investigación y muestre el impacto a nivel social, económico y natural del proyecto

Realizar los estudios técnicos

Probar la funcionalidad del diseño con la modelación del sistema

Entonces es factible y viable pensar en diseñar invernaderos agregando elementos sustentables que ayuden a mejorar el rendimiento de la producción en comunidades dispersas de México, con el fin de mejora la calidad de vida de las personas, e impactar en lo mínimo en el ambiente.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En la república mexicana existen comunidades dispersas de un centro en común, donde los servicios básicos no pueden ser cubiertos, ya que los asentamientos humanos están separados de las poblaciones para abastecer su necesidad básica de alimento.

Con base a lo anterior, la incorporación de invernaderos, para abastecer de alimento a familias y medio de supervivencia en comunidades de difícil accesibilidad geográfica, y al mismo tiempo poder mejorar su calidad de vida con ingresos económicos para la región, son una alternativa viable.

El tipo de suelo a elegir son los que tienen buen drenaje o sustratos artificiales.

La topografía será preferible elegir lugares con pequeña pendiente orientados de norte a sur.

La orientación del invernadero es primordial para lograr un buen balance térmico en su interior. Al invernadero hay que concebirlo como un captador de energía solar, por ello este factor junto con la inclinación de las cubiertas son la base para lograr la mayor luminosidad. La orientación depende principalmente de la intensidad, velocidad y dirección de los vientos dominantes, y la captación de la energía solar. Conociendo estos factores que intervienen en la captación solar de un invernadero, la dirección este- oeste es la que proporciona una máxima captación de energía para las plantas en su interior.

Así como las exigencias bioclimáticas de la especie en cultivo.

Y sus características climáticas de la zona o del área geográfica donde vaya a construirse el invernadero.

La disponibilidad de mano de obra.

Y los imperativos económicos locales como el mercado y la comercialización del producto.

La estructura puede construirse de madera, metal o una combinación de ambos. La madera es un material abundante y relativamente barato, no presenta inconvenientes a la instalación de la cubierta, por ser un material de baja conductividad calórica, reduce las pérdidas de calor al exterior. [6]

El metal por tener mayor capacidad de carga requiere de menores elementos lo que reduce el sombreado interno.

Los inconvenientes del metal son su alto costo inicial. Una estructura de metal, acorta la vida útil de la cubierta por el contacto metal-cubierta. [6]

En cuanto al diseño o forma del invernadero, se debe buscar la máxima entrada de luz para aumentar la fotosíntesis de las plantas y elevar la temperatura del invernadero.

Las características de la cubierta a considerar son:

- Alta transparencia a la radiación solar
- Opacidad a las radiaciones infrarrojas de onda larga emitidas por el suelo a las plantas durante la noche (transmitancia)
- Poca condensación de agua en su cara interna
- Buenas características mecánicas (resistencia, elongación)
- Resistencia al fuego [7]

Los materiales de cubierta más utilizados son el vidrio y el plástico. El vidrio es el material con mejores propiedades ópticas y térmicas pero su elevado precio, fragilidad y elevado peso son algunos de sus inconvenientes. [1]

El polietileno por su bajo peso respecto al vidrio, fácil transporte y fácil instalación lo hace más viable para la cubierta de un invernadero.

El agua es un recurso muy indispensable para el cultivo de hortalizas, por lo que se debe quedar instalado cerca de alguna fuente de agua que permita un riego constante y seguro. [7]

La estructura en este caso deberá ser conectada con un sistema de tratamiento de aguas grises proveniente de la vivienda aledaña que constara de una trampa de grasas, encargada de separar la materia sólida y las grasas, posteriormente se encontrara un filtro natural de tezontle con plantas subacuáticas que se encargan de oxigenar el agua filtrada por el tezontle, (figura 6) finalmente el agua llegara a

un deposito donde podrá suministrarse a las plantas.

El suelo debe ser lo más nivelado posible, dándole solamente la pendiente necesaria al riego. Además debe ser rico en materia orgánica, con una textura liviana y de buen drenaje. [8]

Es conveniente que el suelo sea fértil, libre de malezas y piedras en caso de que no sea adecuado, es preferible cavar y reponer con buen suelo. [7]

Las características del cultivo para auto abastecer a un grupo familiar con las hortalizas a lo largo del año debemos conocer las características de cada especie.

Todas las funciones vitales de las plantas se realizan dentro de un rango de temperatura. Estos rangos son característicos de las especies y son diferentes en cada etapa del desarrollo de las plantas. Existe una temperatura mínima, en la cual comienza la actividad, una óptima donde la tasa de crecimiento es máxima y decae posteriormente con temperaturas más elevadas. [9]

Las temperaturas máximas y mínimas, nos dan el rango de adaptación de cada especie, que será usado para la planificación de siembras y cosechas.

El sistema de riego está basado en la reutilización de agua gris proveniente de las viviendas aledañas, ya que del 100% de agua potable utilizada en una vivienda el 65% se convierte en agua gris la cual se puede reutilizar dando un tratamiento casero a base de filtros de material con diferente tipo granulométrico.

Es importante agregar solo el agua necesaria. Si hay un exceso de agua hace que los nutrientes del suelo se vayan al fondo y queden fuera del alcance de las raíces. Si se riega menos, las raíces crecen solo en la superficie y no pueden aprovechar bien los nutrientes del suelo. Las plantas quedaran pequeñas y darán poco rendimiento. [4]

Desde el punto de vista del riego, la capacidad que tiene un suelo para retener agua es fundamental para planificar el riego.

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo, depende de las características físico-hídricas de este, principalmente su textura. La capacidad de retención de humedad es de mayor a menor, en los suelos arcillosos, limosos y arenosos respectivamente, por lo tanto un suelo arenoso deberá regarse de forma más frecuente que un suelo arcilloso. [4]

Existen varios métodos de riego que se pueden utilizar en invernaderos (con manguera, surcos, aspersión, goteo) y cada una presenta sus ventajas y desventajas.

El método que más se ha extendido durante los últimos años es el riego por goteo el cual presenta ventajas como:

- Alta eficiencia de aplicación (10 a 15%)
- Se adapta a los cultivos en hilera
- Permite un control adecuado de volumen de agua
- Se le puede adaptar un sistema para fertilizar a través del agua
- No existe una excesiva humedad ambiente en el invernadero que podría provocar hongos
- Facilita el control de malezas
- Permite realizar otras labores mientras se está regando. [2]

Este sistema es de fácil instalación ya que las cintas de goteo se pueden conectar directamente de un tinaco o de una llave.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La forma estructural de la biznaga ha demostrado ser la que mejor se adapta al clima de las zonas desérticas, porque su geometría le permite tener una gran área de captación de agua pluvial, así como del ambiente durante las noches, para utilizarla en su beneficio. Las ondulaciones o pliegues que tiene en su cubierta, le permiten tener áreas sombreadas en su superficie, ayudándole a conservarse relativamente fresca sin calentarse por completo durante el día, así como también su forma esférica evita que la incidencia de los rayos solares toquen la estructura de forma directa, lo que evita que pierda humedad rápidamente y se caliente en su totalidad durante el día, logrando con ello ambientes propios para su desarrollo.

Se ha valorado que la forma de biznaga tiene elementos y condiciones tales que pueden ser útiles en el desarrollo del proyecto para un invernadero en zonas áridas, reproduciendo las características sustentables del cactus.

Bajo estas condiciones y en ese sentido, la geometría adquirida, no tiene problemas de orientaciones por su forma esférica, que hagan que al interior se generen temperaturas altas, y permitiendo que pueda eliminarse el calor acumulado si fuera necesario, por una ventilación central y única. En ese sentido, el clima al interior

puede regularse y ser fluido fácilmente por la forma circular y cilíndrica que tiene, con ayuda del viento, los sistemas de riego por goteo y nebulización.

El agua de los sistemas de riego al llegar al final de su proceso, así como el agua transportada por la evaporación puede recuperarse en canales y ductos colocados en el perímetro de la cubierta y en la base que la conducen a una cisterna para reutilizarla una vez más; así mismo el agua pluvial y el agua recuperada del ambiente por las madrugadas tendría el mismo sistema de cosecha.

Mucha del agua utilizada en el invernadero sería reciclada de vivienda, ya que las características físico químicas del agua después de un tratamiento previo, son ideales para el riego de plantas, ya que estudios y observaciones realizadas en zonas de riego con aguas servidas/crudas como en el caso del Valle del Mezquital, el volumen de la producción agrícola se eleva y se genera más rápido por el alto contenido de nutrientes que tienen las aguas negras, por ello es recomendable su uso, pero no sin antes haberla tratado con anticipación para evitar la contaminación.

El área de cultivo en horizontal puede administrarse en estructuras verticales que posibiliten elevar la producción por cada metro cuadrado de área de invernadero.

En regiones áridas el agua es escasa, el promedio anual de lluvia según la región, puede ser una opción para rescatar un volumen de agua pluvial que ayude en lo necesario, por ello es preciso la captación de la lluvia por medio de las cubiertas de los edificios canalizándola a un elemento receptor; del mismo modo el agua que se encuentra en el ambiente durante la madrugada, podría captarse con redes en la cubierta de la estructura, lo que la hace otra buena opción para obtener el agua.

La ambientación y el clima son elementos importantes en los seres vivos para su buen desarrollo, esto se puede lograr con una adecuada instalación de nebulizadores y cruzamiento de la ventilación, ayudados en sí con la forma circular de la estructura.



Figura 1. Imagen de biznaga

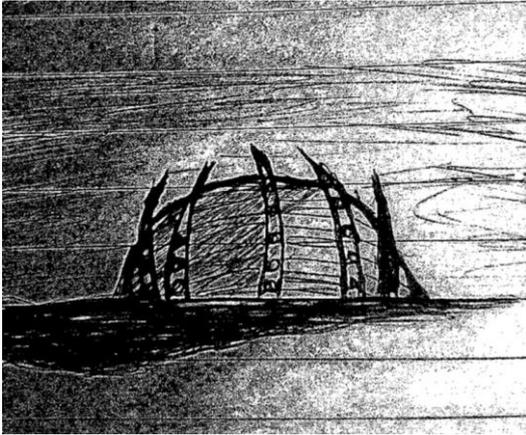


Figura 2. Boceto conceptual de invernadero biznaga

IV. CONCLUSIONES

Con el desarrollo del proyecto, se pretende la difusión y aplicación de técnicas prácticas sustentables para la obtención de altos rendimientos en.

Productos agrícolas que cuenten con calidad óptima.

En periodos más largos durante todo el año, que permitan abastecer la necesidad local y vender el excedente para el apoyo en la economía familiar

Reducir los precios en época de escases, con el fin de lograr un impacto positivo y calidad de vida en todos los niveles vincularse y relacionarse con organismos públicos y privados

RECONOCIMIENTOS

Se agradece la participación constante de los alumnos de 6º semestre de la carrera de arquitectura: M. Mejía, J. Martínez, J. Chávez, R. Reséndiz, D. Bautista en la presente investigación

REFERENCIAS

1. Alpi, A., & Tognoni, F. (1999). Cultivo en invernadero. Mundi-Prensa Libros
2. Solucion invernaderos, Sandoval 1993
3. Tratamiento y Manejo vegetal, Aljaro (1993)
4. FAO. Invernaderos (1993)
5. Villanueva Josue, Construccion, Equipamiento y Operación De invernaderos 2010.
6. Robledo, Martin (1981)
7. EIR 1996 Y HEWINGER, GUGUMBUS, COMPTE (1999)
8. Diaz. (1984)
9. Aljaro. (1993)

La lombricomposta una alternativa para la producción pecuaria sustentable

, Francisco Javier Michel Castro¹, María Guadalupe González García², Daniel Napoleón Gómez Balbuena³,

¹ Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, México.

² Academia de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

Resumen - Durante décadas, los sectores agrícola y pecuario han atravesado una fuerte crisis en tres vertientes – productiva, económica y ecológica– debido a los altos costos de producción y al uso indiscriminado de pesticidas y abonos de síntesis química, por lo que es necesario presentar propuestas de solución. La necesidad de producir suficiente alimento para la demanda nacional ha ocasionado el uso desmedido de los recursos naturales necesarios en los sistemas de producción agropecuaria. El incremento en la aplicación de insumos sintéticos y la declinación de la productividad son síntomas inequívocos del colapso de los sistemas de producción y punto de partida para retomar los principios básicos de una nueva revolución verde, en la que los planes de manejo inteligente de los agro ecosistemas se diseñen para el acceso a los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, el estiércol de ganado vacuno no tratado constituye un importante reservorio de contaminantes, al situarse entre las principales fuentes de contaminación de mantos freáticos y del suelo.

El proceso de transformación de los materiales orgánicos no es exclusivo de la lombriz; este proceso lo inicia una amplia diversidad de especies de microorganismos que mediante la liberación de diversas sustancias que producen, principalmente enzimas, rompen enlaces químicos específicos de los materiales orgánicos y dan como resultado compuestos con diferente estructura, parcialmente degradados. A partir de estos, la lombriz actúa hasta transformarlos en un producto de composición química más compleja, llamado en términos genéricos humus.

El humus se puede generar si la participación de la lombriz pero el proceso es más lento. La importancia de la lombriz consiste en que, al ingerir la materia orgánica parcialmente descompuesta, activa el desarrollo de microorganismos que son los causales de la humificación, proceso que se complementa después de que el material orgánico es excretado por la lombriz luego de que ha pasado por el tracto digestivo. El producto obtenido con la participación de la lombriz es de mayor calidad que el humus obtenido con solo el proceso microbiológico. Mediante la lombricultura, la producción de humus es relativamente más rápido.

Palabras clave: Humus, lombriz, microorganismos, suelo.

Generalidades

El suelo es un recurso natural indispensable para la producción de alimentos, sin embargo se le ha dado un uso desmedido por la urgencia de producir suficiente alimento para la población que está en constante crecimiento. El uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos están propiciando su degradación y la contaminación del medio ambiente. El uso de fertilizantes o abonos orgánicos resulta una alternativa viable para aportar los nutrientes que necesitan las plantas al mismo tiempo que se ayuda a conservar y/o mejorar la estructura del suelo (Sánchez Áviles, 2010).

Estiércol

Con este término se designa a los desechos en el manejo de la crianza y explotación de animales que pueden variar desde un individuo hasta su manejo en gran número en las zonas ganaderas (García Pérez, 2011).

El efecto benéfico de utilizar estiércol en la agricultura se ha conocido por siglos. Hasta finales del siglo XIX la agricultura dependió principalmente de los estiércoles para obtener buenas cosechas sin embargo esto cambió rápidamente con la producción de fertilizantes químicos con fuentes naturales de gas, baratos y abundantes para la síntesis de amoníaco, los fertilizantes químicos llegaron a ser tan accesibles y económicos que los estiércoles fueron desplazados. Pero debido a las tendencias orgánicas de hoy en día, ecológicas y de sustentabilidad los estiércoles han vuelto a cobrar importancia. (b) (E, 1997).

Anteriormente los animales se criaban dispersos en extensas superficies de terreno, realizándose



una inmediata y económica incorporación *in situ* de su estiércol a sus suelos donde pastoreaban. Actualmente con estructuración de cuencas de producción, la ganadería tiende a centrarse en áreas menores, este procedimiento aunque productivamente es más eficiente, de n menor costo y con un control y prevención más adecuado de enfermedades provoca la acumulación de grandes cantidades de estiércol el cual casi siempre se encuentra distante de los campos agrícolas en donde podría ser económicamente empleado, esto da como resultado la producción de condiciones ambientales desfavorables por contaminación de olores, nitratos, sales, biológicos, bacteriológicos y de paisaje entre otros. Esta situación se presenta en ganadería a pequeña escala teniendo acumulación de estiércol a nivel corral (García Pérez, 2011).

En México el estiércol se obtiene principalmente de ganado bovino, siguiendo en importancia el avícola, porcino, cunicola, caprino y otros. El de bovino es el más valioso de los estiércoles ya que puede tener muy buenos valores de nitrógeno y enriquecer la materia orgánica. (García Pérez, 2011).

Los estiércoles manejados en forma inadecuada pueden causar problemas ambientales, y en México aún no han sido considerados como subproductos susceptibles de aprovechamiento. Por ejemplo, la ganadería de bovinos lecheros es una de las principales actividades productivas del estado de Chihuahua, México, que genera alrededor de 312,609 t sobre materia seca (SMS) al año de estiércol (NRAES., 1999) constituyéndose en un importante reservorio de contaminantes de mantos freáticos y del suelo al ocasionar un aumento en la concentración de nitratos (N-NO₃). Esta realidad implica un enorme daño al ambiente, o desde otra perspectiva, una potencial industria novedosa y de gran aplicación, si se toma en cuenta que contienen una gran proporción de nutrientes ingeridos por el animal; los cuales, pueden representar una fuente potencial de nutrientes disponibles para las plantas cuando son reciclados mediante el compostaje (Kowalchuk G, 1999).

Dosis excesivas de estiércol pueden provocar un alto nivel de nitratos en el suelo causando un

posible desbalance de nutrientes en el tejido de la planta y cuando el ganado consume estas plantas puede llegar a presentar síntomas de tetania (F, 1982).

La degradación del estiércol y de cualquier tipo de materia orgánica se realiza espontáneamente en la naturaleza con participación de los microorganismos presentes en el suelo que toman de ella su energía y alimento. El hombre ha podido intervenir en esa dinámica desarrollando la técnica llamada compostaje (García Pérez, 2011).

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero que, en el caso del lombricompostaje, el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (Ferrera CD, 2001). Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos (Rodríguez DN, 2009) conjuntamente, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (Nieto G A, 2002) además, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (FAO, 1991).

Las lombrices de tierra representan la mayor biomasa animal en la mayoría de ecosistemas templados terrestres, y allí donde son abundantes pueden procesar a través de sus cuerpos hasta 250 toneladas del suelo al año por hectárea. Este inmenso trabajo influye de forma muy significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y otorga a estos organismos un papel crucial en la modificación de la estructura del suelo, en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes, que tiene a su vez efectos muy importantes sobre las comunidades vegetales que viven por encima de la superficie del suelo (Aira & Gómez-Brandón, 2009).

La lombricultura es el uso de la lombriz (por lo regular la *Eisenia foetida*), para la transformación de materiales orgánicos de desechos biodegradables, como estiércol, residuos de cosecha de diversas especies vegetales, desechos domésticos y de mercados, residuos sólidos urbanos y lodos de aguas residuales que no contengan metales pesados ni agentes contaminantes, etc. (Lara Herrera, 2006).

El proceso de transformación de los materiales orgánicos no es exclusivo de la lombriz; este proceso lo inicia una amplia diversidad de especies de microorganismos que mediante la liberación de diversas sustancias que producen, principalmente enzimas, rompen enlaces químicos específicos de los materiales orgánicos y dan como resultado compuestos con diferente estructura, parcialmente degradados. A partir de estos, la lombriz actúa hasta transformarlos en un producto de composición química más compleja, llamado en términos genéricos humus (Lara Herrera, 2006).

Según la FAO, una biotecnología es toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

La aceptación de una biotecnología no es decidida por el investigador que la propone sino por la actitud de la persona que la utilizará y del beneficio que obtendrá de ella. Este hecho no siempre es tomada en cuenta por técnicos y científicos en el área agrícola, por lo que en múltiples ocasiones las técnicas metodológicas propuestas por los investigadores no son totalmente aceptadas por los productores o no dan los resultados que estos esperan (García Pérez, 2011).

La agricultura orgánica es una alternativa de producción de alimentos que demanda una fertilización orgánica proveniente de compost o de vermicomposta donde se busca además eliminar la labranza o manipuleo físico del suelo para no lesionar la población de lombrices nativas ni los demás organismos. Para el productor orgánico la lombriz de tierra es el arado biológico, es decir, se cambian los implementos metálicos por los beneficios que un organismo biológico hace en el suelo como mejor aireación, que favorece la penetración de agua de

lluvia o riego, la capacidad de retención de humedad por lo que no habría escurrimiento superficial ni erosión del suelo (Ruíz, 1999).

Clasificación de la lombriz

Según apuntes de Barbado, de las más de 8 000 especies conocidas, solamente 2 500 han sido clasificadas y solamente tres de ellas han podido ser domesticadas. La *Eisenia foetida*, es la más conocida y utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo. Desde el punto de vista ecológico se las clasifica en epigeas, las cuales viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica y producen humus; endógenas, son las más conocidas, viven dentro del suelo, cavan galerías horizontales y comen y defecan tierra; y anécicas, las cuales viven dentro del suelo cavan galerías verticales y durante la noche suben a la superficie del suelo para alimentarse de materia orgánica. (Barbado, 2004).

Lombriz Roja Californiana

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es la lombriz más conocida y la empleada en el 80% de los criaderos del mundo. Se la conoce con ese nombre porque en el estado de California, en EU se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y se instalaron los primeros criaderos (Barbado, 2004).

Clasificación zoológica de la lombriz compostera

Origen:	Eurasia
Reino:	Animal
Subreino:	Metazoo
Tipo:	Anélido o gusano segmentado
Clase:	Oligoqueto
Orden:	Opistóporo
Familia:	Lombricidae
Género	<i>Eisenia</i>
Especie	<i>E. foetida</i>

Fuente: (Barbado, 2004).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) o lombriz compostera se caracteriza por presentar un cuerpo cilíndrico y dividido en segmentos en forma de anillos, su longitud máxima es de 12 cm, aunque en la edad adulta lo más normal es



que mida entre 6 y 7 cm, su peso es de 0.8 a 1.4 g y su color es rojo intenso, se alimenta de materia orgánica, bacterias, hongos, algas microscópicas y protozoarios, lo cual succiona por su boca hasta el sistema digestivo el cual tiene forma recta y atraviesa una gran porción de su cuerpo. Presenta faringe, esófago, boca, estomago, buche, y ano; en este sistema transforma el material hasta humus o materia orgánica de estructura compleja y estable; en su intestino, las lombrices desdoblan los alimentos en sustancias más simples. Es hermafrodita, copulan de dos o tres veces por semana y cada que lo hacen producen dos huevos con dos o cuatro pequeñas lombrices cada uno, el número máximo es de nueve; a la intemperie tienen un periodo de vida de un año pero en condiciones controladas pueden vivir hasta 5 años. Después de 23 días de incubación de los huevos, si la temperatura es favorable (25°C) las lombrices abandonan el huevo. En esta etapa las pequeñas lombrices juveniles son de color blanco casi imperceptibles para la vista humana, con el transcurso del tiempo van cambiando de coloración de blanco a rosa (Cruz., 2013).

En el sistema reproductivo presentan los dos sexos, tanto masculino (testículos) como el femenino (ovarios), sin embargo no se auto fecundan, por lo que es necesaria una reproducción cruzada entre dos individuos con intercambio de esperma. De la Cruz (2013) menciona que después de 65 días la lombriz alcanza su madures sexual y son capaces de reproducirse. En la superficie del cuerpo de la lombriz se produce una sustancia mucosa que la mantiene húmeda, sin embargo, para mantener las condiciones óptimas de humedad, se requiere que el material orgánico sometido a descomposición se mantenga con una humedad de entre 75 y 85% de humedad (Cruz., 2013). La lombriz respira a través de la piel mediante el oxígeno disuelto en el agua-material mucoso que la rodea. Las condiciones adicionales para su desarrollo son la temperatura, la cual es letal arriba de 38°C y a menos de 4°C. Las condiciones óptimas es de 20°C a 25°C. El pH en el que se desarrolla es entre 5.5 y 8.2, la conductividad eléctrica en el medio, extraído en agua relación 1:2 (lombricomposta-agua), debe ser menos de 2 dS/m (Cruz., 2013).

Importancia agrícola

En los Estados Unidos de América la cría de lombrices data desde unos 50 años, siendo la “lombriz roja californiana” denominación comercial: (red hibrid), la que revela mejores condiciones para la cría en cautiverio (Ferruzzi, 1987); (Hernández I. , 1991); (Lastra, 1995).

Menciona Barbado que en la primera mitad del siglo XX (año 1947) Hug Carter estableció uno de los primeros criaderos a escala industrial de la lombriz roja californiana en Estado Unidos de América (Barbado, 2004).

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, ya que participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas (Lavelle & Brussaard, 1999), junto a otros organismos macrodescomponedores forman parte de la fauna del suelo. Esto se debe a su capacidad de descomponer la materia orgánica, reciclar nutrientes y la formación de suelo (Räty & Huhta., 2004).

Importancia ecológica

Las características químicas del suelo cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos debido al contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el pH y la concentración de sales o conductividad eléctrica (CE). El empleo de conceptos como “agroecología”, “agricultura ecológica”, “agricultura orgánica” o “agricultura sostenible” debe tomar en cuenta los objetivos regionales, nacionales e internacionales, tales como; el logro de buenos rendimientos con un mínimo impacto en la fertilidad del suelo, la viabilidad económica, la aceptación social y la obtención de satisfactores sin la contaminación del ambiente ni la destrucción de los ecosistemas, entre otros (M A., 1999).

En realidad, el modelo agronómico de agricultura orgánica es una alternativa que se ha fortalecido a raíz del inminente fracaso de la Revolución Verde en el campo mexicano, donde la baja productividad y erosión del suelo son innegables.



En cambio, la agricultura orgánica se integra dentro de una corriente de pensamiento basada en la adopción de políticas económicas, sociales y ambientales que fomentan un comportamiento definido para satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer las de generaciones futuras (Zulueta R., 1995).

Importancia social

El agotamiento de los suelos agrícolas es un problema muy común y poco conocido por los productores. Año con año los rendimientos van disminuyendo sin causa aparente, cada vez es necesario invertir más en fertilizantes químicos, sin embargo la producción se ve reducida. A nivel nacional el hecho de que disminuya el volumen que se ofrece provoca la necesidad de importar grandes volúmenes de alimentos, y con ello convierte a México en un país cada vez más dependiente de los países más desarrollados (R, 2004).

La población está creciendo a gran velocidad y la producción de alimentos enfrenta tres retos importantes; el área cultivable está disminuyendo a causa de la expansión de la mancha urbana; la superficie restante son suelos que por lo general están agotados debido a años de producir sin cuidar el suelo y los fertilizantes fosforados cada vez son más caros y escasos debido a la disminución de la roca fosfórica, que es de donde se obtiene el fósforo misma que se está agotando debido a la explotación desmedida de los últimos años.

Las principales propiedades químicas que se deben determinar para que un suelo sea productivo son: pH, conductividad eléctrica (CE), capacidad de amortiguamiento, capacidad de intercambio catiónico (CIC), nutrientes disponibles, elementos pesados y compuestos fito-tóxicos (- Fernández, 2008).

La lombricomposta propone lograr un gran impacto en el compromiso con la sociedad, puesto que comulga con las buenas prácticas sociales y agrícolas, pero sobre todo en la parte ambiental puesto que las consecuencias que aporta el sistema en cuestión promueve tecnologías limpias, libres de contaminantes y no produce efectos secundarios o transformaciones negativas que modifiquen el equilibrio ambiental ni a los sistemas naturales (ecosistemas); además,

promueve la reducción de los desechos no biodegradables, y la auto-sostenibilidad ambiental, es decir, la reposición del gasto ecológico causado por la actividad manufacturera (- Fernández, 2008).

Importancia pecuaria

Los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre y se han producido desde los albores de la humanidad. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial. Su disposición final incorrecta ha ocasionado grandes problemas al ambiente, contaminando agua, aire y suelo (Cruz., 2013).

Se estima que la destrucción del suelo en nuestro país es de aproximadamente 535 millones de toneladas anualmente por la acción de vientos lo que se manifiesta en el detrimento progresivo de la conservación de los suelos y la materia orgánica y por ende la pérdida de la fertilidad y productividad (Michel, 2015).

El proceso de vermicomposteo, favorecido por la acción transformadora de las lombrices y como método de reciclaje, es ideal para el tratamiento tanto de las excretas animales, como de residuos urbanos de tipo orgánico, ya que además de acelerar el proceso de generación de abonos orgánicos de calidad evita la contaminación del medio ambiente (Cruz., 2013).

Durante el proceso de compostaje no se forman desperdicios, malos olores o atracción de organismos indeseables. Su aplicación puede ayudar enormemente al aprovechamiento y reutilización de desperdicios orgánicos para transformarlos y devolverlos al suelo en forma de fertilizante (Cruz., 2013).

Importancia económica

El compostaje de residuos puede ser un negocio productivo económicamente, en el cual el producto principal a comercializar es la composta. Para esto se requieren grandes cantidades de residuos como materia prima y espacio suficientemente grande para su manejo. Una superficie grande para su manejo. Una superficie conveniente para el compostaje como

negocio deberá ser no menos de un cuarto de hectárea y aun con el buen manejo se puede mantener el área bien ordenada, no se recomienda que se ubique en zonas urbanas (Alejandrina, 2012).

Ecología

Las lombrices de tierra pertenecen al Filum Anélida que es el grupo que incluye a las sanguijuelas de la clase Herudinia y a los gusanos plumeros de arrecifes marinos de la clase Polychaeta. Pertenecen a la clase Oligochaeta que abarca más de 3100 especies encontradas en agua dulce y en hábitats terrestres húmedos. (Rupert, 1996).

Según Edwards y Bohler mencionan que la mayoría de las especies de las lombrices de importancia edáfica pertenecen a la familia Lumbricidae que abarca géneros como *Allolobophora*, *Aporroctodea*, *Bimastos*, *Dendrobaena*, *Eisenia*, *Lumbricus*, *Octcolosion*, etcétera; a la familia *Glossoscolecidae* que incluye a *Glosscolex*, *Pontoscolex*, a la familia *Megascolecidae* que abarca a *Megascolides*, *Peretima*, *Megascolex* etc. Hasta 1996 sumaban 7 254 especies de lombrices reportadas en el mundo entero (Edwards C A. y., 1996).

La lombriz roja (*Eisenia spp.*) forma parte de las herramientas biotecnológicas actuales para el reciclaje de desechos orgánicos, obteniéndose como beneficio el vermicompost (abono orgánico) y carne, fuente óptima para la alimentación animal (Ferruzzi, 1987). Este anélido caracterizado por ser hermafrodita puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año, el abono producto de sus deyecciones contiene una gran riqueza bacteriana (2×10^{12} bacterias/g), desarrollando su ciclo biológico en pequeños espacios (50×10^3 cm de sustrato), se adapta a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas (Flores & Alvira, 1988).

Se entiende por “lombricultura” las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices, por un lado, y por otra parte, el tratamiento de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas (Barbado, 2004).

Este tratamiento aprovecha la tecnología basada en la cría intensiva de lombrices para la producción de humus a partir de un sustrato orgánico. Es un proceso de descomposición natural similar al compost, en el que el material orgánico, además de ser tratado con microorganismos existentes en el medio natural (hongos, bacterias, actinomicetos, levaduras, etc.) también sufre un proceso debido al complejo sistema digestivo de la lombriz (Barbado, 2004).

En el intestino de la lombriz se producen procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano.

Esta actividad tiene como consecuencia un aumento significativo en la velocidad de degradación y mineralización del residuo, y la obtención de un producto de calidad; esta transformación permite que los niveles de pérdida de nutrientes como nitrógeno, potasio, etcétera, sean mínimos en relación con los sistemas tradicionales de compost. El resultado son dos productos de alta calidad: humus y las lombrices (Barbado, 2004).

Según (Carlos, 2001), el conteo actual señala que en México existen 93 especies descritas; 46 nativas y 47 exóticas; al añadir 36 especies nuevas en proceso de descripción el número total se incrementa a 129. La mayor parte de las especies pertenecen a la familia *Megascolecidae* tribus *Acanthodrilini* (43 spp) y *Dichogastrini* (40 spp); en el conteo menciona que Veracruz, Chiapas y Tamaulipas fueron los estados con mayor cantidad de especies en México, mientras que en Coahuila, Aguascalientes y Zacatecas no se tiene ningún registro de lombrices de tierra.

Los hábitats naturales donde se encuentra la lombriz son los suelos donde se encuentra la hojarasca, los troncos caídos y casi cualquier material vegetal en estado de descomposición; esta conducta es la que ha motivado interés como biotecnología (Lee, 1985). Esto se debe a que su fuente primaria de alimentos son los microorganismos que procesan esa materia orgánica; su presencia, abundancia y actividad es influida por la distribución de este sustrato en el suelo. Con base en ello, las lombrices han recibido diferentes y complejas clasificaciones según el contenido de materia orgánica y

profundidad a la que se encuentren (Lee, 1985), y estas son:

- a) Epigeas; Las que se encuentran en el mantillo superficial, que miden de 2.0 a 5.0 cm de longitud, requieren alto contenido de materia orgánica, son muy activas, tienen una alta tasa reproductiva para amortiguar la depredación. Son poco tolerantes a los cambios de materia orgánica, temperatura y humedad. En este grupo se ubican las especies empleadas comercialmente en los procesos de degradación de materia orgánica y de producción de vermicomposta.
- b) Anécicas; Inmediatamente bajo el mantillo se encuentran estas lombrices que viven en suelo superficial. Tienen un tamaño entre 7.5 y 20 cm, pueden presentar una débil pigmentación entre rojo y pardo. Son menos activas que las anteriores, construyen grandes galerías de las que pueden salir hasta el mantillo para buscar y meter en ella su alimento actividad útil en la fertilidad del suelo debido al intercambio de sus diferentes capas.
- c) Endógenas. Son el tercer grupo que forman las lombrices del subsuelo y que viven con la poca materia orgánica que ahí se encuentra; miden entre 10 y 40 cm y alcanzan en ocasiones hasta 2 m de profundidad. No presentan pigmentación y tienen poca actividad reproductiva (Van Praagh, 1996).

La abundancia de lombrices es fuertemente influida por la cantidad de materia orgánica en el suelo y las condiciones climáticas, su población puede ser indicativa de la fertilidad de este. En un terreno sin estiércol se han reportado entre 30,000 y 60,000 individuos por hectárea, pero cuando se ha aplicado estiércol su número se incrementa hasta 250,000 individuos (Jacinck J, 1969).

Suponiendo que cada lombriz adulta tiene un peso promedio de 0.5 g el peso de estos animales sería de 22 500 kg por hectárea en el primer caso y hasta 125000 kg en el segundo; para que este número se mantenga es necesaria una aplicación constante en el suelo de materia orgánica y

cantidades óptimas de humedad, ya que la lombriz debe tener siempre alimento y mantener su cuerpo húmedo para poder sobrevivir. Algunas especies no toleran la escasez de agua y emigran a profundidades mayores en busca de humedad, si no la encuentran pueden morir o en algunos casos desarrollar un estado de latencia llamado diapausa para lo que enrollan su cuerpo y lo cubren con una capa de mucosidad (Edwards C A. y., 1996).

Beneficios de la agricultura orgánica

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas). Que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son: A) mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos (Tisdale, 1966). B) mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua (Bellapart, 1996). C) estimula el desarrollo de plantas (Tan, 1979). D) mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999) E) eleva la capacidad tampón de los suelos (Bollo, 1999), F) su acción quelatante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Bollo, 1999), el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Tisdale, 1966).

Factores bióticos y abióticos

pH

De acuerdo con (Reynolds W., 1977), la tolerancia al pH varía entre las especies ya que pueden encontrarse dentro de diversos rangos (pH 4 a 8), su abundancia disminuye fuera de estos valores. En general sobreviven mejor en suelos ligeramente ácidos que alcalinos.

Temperatura

En cuanto a la temperatura, pueden ser tolerantes a las normales del suelo; y cuando estas tienen mantillo y no pueden amortiguar la temperatura, las lombrices emigran a profundidades hasta 2 m o más si el suelo lo permite. Pueden sobrevivir a temperaturas bajo cero, incluso suelos congelados. Generalmente restringen su actividad a los 30° C aunque prefieren valores menores a 25° C con un óptimo de 10 y 15° C dependiendo de la especie. La radiación ultravioleta de la luz puede matarlas, por lo que en días normales están bajo sus madrigueras o bajo el mantillo del suelo (Edwards C A. y., 1977).

Como lo escribe (Barbado, 2004) el rango óptimo de temperatura para el crecimiento de las lombrices oscila entre los 12°C y 25°C y para la formación de cocones (huevecillos) entre los 12°C y 15°C. En la crianza, si la temperatura es muy elevada debe recurrirse al riego más frecuente para evitar que las lombrices emigren en busca de climas más frescos (Barbado, 2004).

Humedad

De acuerdo con (García Pérez, 2011) los microorganismos, igual que todos los seres vivos requieren agua para vivir, las lombrices deben interactuar en un ecosistema con buena humedad pero por debajo de la saturación para evitar el desplazamiento de oxígeno, manteniendo así el desarrollo del organismo así como de otros aerobios como los hongos, bacterias y actinomicetos descomponedores. Un nivel entre el 40% y 60% de humedad proporciona un nivel ideal.

Aireación

La aireación es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si no es la adecuada, el consumo de alimento se reduce, además de reducir el apareamiento y la reproducción debido a la compactación (Barbado, 2004).

Morfología externa

El tamaño de las lombrices adultas varía de los 4 cm hasta los 1.4 m de longitud, aunque en promedio se puede establecer entre 10-20 cm, con un diámetro de 2-6 cm. Son de color que abarca del rosa pálido al blanco pasando por el

café o gris, algunas especies pueden presentar pigmentación, aunque esta puede ser influida por las propiedades químicas y físicas del suelo. Pueden presentar iridiscencia. El color rojo obedece a la hemoglobina como *Eisenia* que tiene dos vasos que corren a todo lo largo de su cuerpo y son visibles a través de sus células epiteliales (Edwards C A. y., 1977).

Al tacto su cuerpo se siente húmedo y con espinas llamadas cerdas o quetas, el número de estas quetas varía según la especie. Tienen una apariencia anillada debido a la serie de segmentos que la constituyen. Estos segmentos se encuentran separados por unos surcos llamados septos que son membranas que se continúan internamente. En algunos individuos los segmentos pueden presentar subdivisiones pero estas no están separadas por septos y tampoco se prolongan internamente (Edwards C A. y., 1977).

Los segmentos también con utilidad taxonómica se clasifican enumerándolos con números romanos escritos con minúscula, iniciándose en la boca y terminando en la parte posterior. Su cuerpo se angosta hacia el extremo anterior y aunque carecen de cabeza puede observarse una subdivisión que sugiere una cefalización rudimentaria en cuyo extremo se ubica la boca llamada prostomio también de utilidad taxonómica. En el extremo posterior que en algunas especies puede ser ligeramente aplanado como, *Lumbricus terrestris*, es donde se encuentra el ano ubicado en el último segmento llamado periproctal. En la etapa reproductiva, en su tercio delantero, puede presentar una fusión de una sección de los segmentos llamado clitelo formado por una banda de diferente longitud, color y textura que puede circular total o parcialmente al individuo, este puede hacerse menos aparente cuando concluye la etapa reproductiva o en individuos partenogénicos (M & Brow, 1988).

Entre el prostomio y el clitelo y de acuerdo con el segmento correspondiente en cada especie se puede apreciar en la parte ventral una serie de poros los cuales ligeramente abultados son las papilas o protuberancias genitales; siguiendo en dirección al clitelo se encuentran dos aperturas ojivales que son los poros masculinos. Posteriormente se encuentra el clitelo, que puede

presentar dos bandas lateroventral opuestas que son llamadas protuberancias, papilas o tubérculos pubertales de utilidad en el apareamiento. En el clitelo que puede ser de dimensión variable, se observa bastante homogeneidad en la segmentación estrechándose hasta el último segmento anal (Edwards C A. y., 1977).

El número exacto de segmentos, morfología de la boca (prostomio), la ubicación exacta del clitelo, papilas y poros sexuales, así como el tipo y distribución de las cerdas son características constantes para cada especie y constituyen una herramienta para su identificación taxonómica (Edwards C A. y., 1977).

Morfología interna

Es conveniente tener un panorama de la morfología del animal para lograr una buena sustentabilidad en la lombricultura (García Pérez, 2011).

El animal presenta una simetría bilateral, es decir, imaginariamente puede dividirse por una línea central longitudinal resultado dos partes iguales de cada lado. Su anatomía interna es relativamente sencilla, y sus estructuras se repiten en cada uno de sus segmentos, García (2011) menciona que la lombriz está constituida por un tubo dentro tubo separado por una cavidad que es el celoma, el tubo interior constituye el sistema digestivo y el exterior, que es segmentado, forma la superficie del cuerpo (García Pérez, 2011).

Está protegida de la desecación por una delgada cutícula transparente que es el resultado de un moco que también sirve para mantener húmeda la superficie y que es secretada por células epidérmicas. Como no presenta un sistema respiratorio desarrollado, el intercambio de gases se realiza a través de la cutícula epidérmica por lo que se debe mantener húmeda con la ayuda de este moco. La molécula encargada del intercambio y distribución de gases es la hemoglobina. La cutícula posee poros dorsales e inmediatamente debajo de ella se encuentra una doble capa de músculos; los más externos son circulares y los internos son longitudinales, la coordinación de ambos permite la locomoción del animal (Edwards C A. y., 1996).

Aparato digestivo

Su aparato digestivo está constituido por un tubo, interno que se inicia en el primer segmento o prostomio el cual se comunica con la faringe, en donde el bolo alimenticio empieza a recibir la secreción del moco y enzimas digestivas, también aquí se inicia la absorción de nutrimentos. Posteriormente continua el esófago con glándulas calcíferas que secretan calcita con lo que enriquecen con calcio el bolo alimenticio, de ahí es enviado a lo que podría considerarse como el estómago, formado por un buche donde se almacena el alimento y una molleja muscular que lo muele. El resto del aparato es largo y recto donde hay digestión y absorción de nutrientes. En su extensión se pueden encontrar diferentes glándulas de tipo sanguíneas, calcíferas, salivares o clorogénicas. Los desechos finalmente salen por el ano que se encuentra en el segmento periproctal. Debido a la secreción de diversas glándulas, a la mezcla del suelo con la materia orgánica, a la acción de movimientos peristálticos, del canal digestivo, así como la presencia de flora y fauna digestiva, los excrementos salen enriquecidos con urea, calcita, fosfato, Na, K, etcétera, y con una gran cantidad de hongos y bacterias pero es obvio que la composición química y estructura de este desecho también es fuertemente determinado por la calidad de alimento que consume y esta es una de las causas de la importancia del animal en la agricultura (Edwards C A. y., 1977).

Sistema circulatorio

Paralelo al tubo digestivo se ubica el sistema circulatorio; éste su inicia con dos grandes vasos, uno dorsal que se localiza sobre el canal alimentario y que colecta la sangre de los segmentos cercanos bombeándose hacia adelante. A nivel de esófago se encuentran cinco pares de vasos sanguíneos que envían la sangre al otro gran vaso ubicado en posición ventral y localizado bajo el tubo digestivo, cuya actividad es enviar la sangre adelante y hacia atrás, de ahí salen una gran cantidad de vasos pequeños que irrigan cada uno de los segmentos y que regresan al vaso dorsal a través de vasos muy finos. (Edwards C A. y., 1977).

Sistema Excretor

Está constituido de células especializadas que forman una estructura similar a un embudo con un largo tubo llamado nefridio que se repite cada dos segmentos encontrándose el inicio en el segmento anterior en donde se inicia el sistema de filtrado de sustancias, y después de algunos giros, donde se realiza la absorción de iones, pasa al segmento posterior a través de un poro llamado nefridioporo ubicado en la parte posterior del septo. Esta organización se repite cada dos segmentos excepto el primero y el último.

Las sustancias que se encuentran en la excreción son principalmente agua, amonio, urea, ácido úrico, cloro, sodio y potasio. (Edwards C A. y., 1977).

Sistema nervioso

El sistema nervioso sigue una distribución longitudinal paralela al sistema digestivo, aproximadamente en el cuarto segmento; ubicado arriba de la faringe se localizan dos ganglios llamados cerebrales, de ahí salen terminaciones hacia adelante para inervar el prostomio (boca). Por medio de fibras se conecta con un ganglio sub-faríngeo y de ahí sale ventralmente un cordón nervioso a todo lo largo del tubo digestivo en cada segmento se forman pequeños ganglios que por medio de fibras nerviosas se unen a la epidermis, en donde tienen funciones sensitivas y conexión con los músculos para coordinar la locomoción del animal (Edwards C A. y., 1977).

Reproducción

Cuando el animal alcanza la etapa reproductiva se hace evidente un clitelo que se ubica en el tercio anterior, la localización exacta de esa estructura depende de la especie, si se requiere apareamiento; dos animales se ponen en contacto ventral en sentido opuesto, las pupilas pubertales de cada animal secretan mucosidades para facilitar la adherencia de ambos clitelos, una vez establecido el contacto, cada lombriz envía a la otra espermatozoides que se almacenan en un par de poros llamados receptáculos seminales, posteriormente los animales se separan. Pocos días después la pared del clitelo secreta un capullo membranoso con albumen en su interior que tiene función nutritiva. Este capullo se empieza a deslizar lentamente hacia la parte posterior de la lombriz, al pasar por los polos

femeninos recibe los óvulos y continua su recorrido poniéndose en contacto con el receptáculo seminal donde recibe los espermatozoides llevándose a cabo la fecundación y formación de los embriones. Una vez que se ha liberado el capullo, sus aperturas se contraen tomando una forma de huso que se deposita en el suelo de donde posteriormente salen diminutas lombrices (Edwards C A. y., 1977).

Aunque su estructura sexual es hermafrodita se requiere de apareamiento. Se reportan al menos ocho especies partengénicas u homosexuales donde las estructuras sexuales están atenuadas (García Pérez, 2011).

REFERENCIAS.

- Fernández, J. (2008). Análisis de la Ley de Responsabilidad Medioambiental. México: Ingeniería Química.
- Aira, D. M., & Gómez-Brandón, M. (2009). Ecosistemas. Revista Ecosistemas , 20-31.
- Alejandrina, R. B. (2012). Compostaje Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Texcoco: Colegio de Posgraduados.
- Barbado, J. L. (2004). Cria de Lombrices. Buenos Aires: Albatros.
- Bellapart. (1996). Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura. Barcelona: Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura.
- Bollo, E. (1999). Lombriculturs una alternativa de reciclaje. Barcelona: Mundi Prensa.
- Carlos, F. (2001). Las Lombrices de Tierra de México (Annelida Oligochaeta): Diversidad, Ecología y Manejo. Acta Zoologica Mexicana , 131-171.
- Cruz., R. M. (2013). Anual para productores de nopal PIC 2013. México: INCA.
- E, B. N. (1997). Agricultura y Alimentación In.: Ciencia Ambiente y Desarrollo Sostenible , 690.
- Edwards C, A. y. (1996). Biology and Ecology of Earthworms. En A. y. Edwards C, Biology and Ecology of Earthworms (pág. 426). London: Chapman & Hall London.
- Edwards C, A. y. (1977). Biology of earthworms. En A. y. Edwards C, Biology of earthworms (pág. 426). London: London.
- F, P. P. (1982). El valor del estiércol como fertilizante. La utilización el estiércol en la agricultura , 79-98.

- FAO, O. d. (1991). Manejo del suelo producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. *Boletín* 56 , 180.
- Ferrera CD, A. A. (2001). La agricultura del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum* 8 , 175-183.
- Ferruzzi, C. (1987). *Manual de lombricultura*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Flores, M., & Alvira, T. (1988). The earthworm (*E. foetida* Sav. and *L. rubellus* Hoff.). Biology and uses. *An. Edaf. Agrobiol.* 7(8) , 771-778.
- García Pérez, R. E. (2011). *La Lombriz de Tierra como una Biotecnología Sustentable*. Texcoco, México: UACH.
- Hernández, I. (1991). Lombricultura en Escuela Agrotécnica de General Cabrera. *Rev. Acaecer*: 17 , 16:20.
- Jacinck J, , R. (1969). *Plan Science*. En , R. Jacinck J, *Plan Science* (pág. 740). USA: W.N. Freeman.
- Kowalchuk G, N. Z. (1999). Molecular analysis of ammonia-oxidizing bacteria of the β subdivision of the class Proteobacteria in compost materials. *Journal of Applied and Environmental Microbiology* , 396-403.
- Lara Herrera, A. R. (2006). *Manual de Producción de Humus de Lombriz*. Texcoco, México: UACH.
- Lastra, E. (1995). Lombrices californianas, transformadoras. *Rev. Acaecer*. 20 , 10:12.
- Lavelle, P., & Brussaard, L. a. (1999). *Earthworm management in tropical agroecosystems*. CABI Publishing , 300.
- Lee, K. E. (1985). Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use. En L. K. E., *Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use* (pág. 389). London: Academic Press.
- M, A. (1999). *Agroecología Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*. Montevideo: Nordan Comunidad.
- M, D., & Brow. (1988). Life in a complex community: Functional interaction between earthworms, organic matter, microorganism and plants . *Earthworm Ecology* , 426.
- Michel, F. (2015). *Evaluación Nutricional de dos Lombricompostas a partir de Estiercol y Residuos Vegetales*. Huichapan: Conaite.
- Nieto G A, M. A. (2002). El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27 (8) , 417-421.
- NRAES., F. G.-F. (1999). *Nature Resource, Agriculture and Engineering Service. Cooperative Extensión -152 Riley-Robb Hab.* New York , 27,28,32.
- R, D. S. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Irapuato: Universidad de Guanajuato.
- Räty, M., & Huhta., V. (2004). Earthworm communities in birch stands with different origin in Central Finland. *Pedobiología* , 283-291.
- Reynolds W., J. (1977). *The earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae of Ontario)*. Canada: The Royal Ontario Museum.
- Rodríguez DN, C. R. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana* 27 , 319-327.
- Ruiz, F. (1999). *Tópicos sobre Agricultura Orgánica*. Texcoco, México: UACH.
- Rupert, E. E. (1996). *Zoología de Invertebrados*. México: McGraw Hill Interamericana.
- Sánchez Áviles, R. (2010). *Realidad Ambiente Educación*. México: México.
- Tan, K. H. (1979). Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays*). *Plant and soil* , 283-287.
- Tisdale, S. L. (1966). *Soil Fertility and Fertilizers*. Segunda Edición. New York: Macmillan Company.
- Van Praagh, B. (1996). *Worm Digest. Gigant Works down Under* , 13-15.
- Zulueta R., R. V. (1995). *Memorias del Primer Curso-Taller sobre Agricultura Orgánica*. Xalapa, México: Facultad de Ciencias Agrícolas.

Producción orgánica de lechugas en un sistema de producción vertical.

Emilio Raymundo Morales Maldonado¹, Homero Alonso Sánchez² Octavio Guerrero Andrade³

^{1,2,3} Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Domicilio conocido S/N El Saucillo Huichapan, Hidalgo, México.

Resumen— Una de las principales problemáticas que se encuentran en la zona de Huichapan es, la escasez de agua, además de la infertilidad del suelo por lo que el objetivo principal fue que mediante la hidroponía aminorar esta situación, esto se evaluó en 72 lechugas romanas (*Lactuca sativa*) cada una contenida en un recipiente de plástico, en tubos de PVC de color blanco con una longitud de 2.5 metros y 4 pulgadas de diámetro, con un sistema de riego por gravedad. Con respecto a la recirculación del agua se contó con 2 paneles solares en circuito en serie y una bomba de 12 volts se aplicó la Solución Nutritiva Universal Steiner (SNUS) y el pH se midió con un pH-Metro.

Abstract— One of the main problems in the Huichapan area is water scarcity, in addition to soil infertility. The main objective was to reduce this situation by means of hydroponics. This was evaluated in 72 Roman lettuces (*Lactuca sativa*), each contained in a plastic container, in white PVC tubes with a length of 2.5 meters and 4 inches in diameter, with a gravity irrigation system. With respect to the recirculation of the water was counted with 2 solar panels in circuit in series and a pump of 12 volts was applied the Universal Nutritive Solution Steiner (SNUS) and the pH was measured with a pH-Meter.

Palabras clave — Sistema de producción alternativa, recirculación continua, rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la hidroponía tiene una larga trayectoria de la que se tiene conocimiento, desde hace 382 a.c. [2, 6] A comienzos de los treinta W. F. Gericke llamo a este sistema Hydroponic palabra derivada de los vocablos griegos *Hidro* agua y *Ponos* Labor y esta técnica puede ser definida como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo, aunque usando un medio inerte como la grava, arena, vermiculita, piedra pómez, [1, 3,5]. Lechuga romana (*lactuca sativa*). Forman el género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las

Asteráceas (Compuestas), que abarca más de 1000 géneros y 20.000 especies, de las que muy pocas se cultivan [8,9]. Esta familia, cuyo nombre actual deriva del griego *Aster* (estrella), se caracteriza porque sus flores están compuestas por la fusión de cientos e incluso miles de flores diminutas [2, 4, 8].

Con la implementación de la hidroponía en un cultivo de lechuga romana (*Lactuca sativa*) se pretende lograr un aprovechamiento eficiente de agua ya que este recurso es escaso en la zona de investigación, por lo cual el agua estará circulando de manera continua con los nutrientes necesarios, así también, se evaluará de la efectividad de la solución nutritiva para el crecimiento de la lechuga romana [1, 7, 9].

Cultivando con la técnica de la hidroponía, se utilizará una nutrición vegetal, que supla todos los nutrientes necesarios, para que estas se puedan desarrollar de una manera eficaz, sin dejar de lado el ahorro de agua el cual es uno de los principales objetivos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. El sitio de estudio se ubica en la parcela experimental del Instituto Tecnológico Superior De Huichapan (ITESHU) ubicada a los 20° 22' 24° Latitud Norte (LN) y 99° 38' 56° Latitud Oeste (LO), con altitud de 2,170 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) en la localidad del Saucillo Huichapan. El clima del lugar es considerado como templado-frío, presentando una temperatura aproximada cada año de 16°C, su periodo de lluvias abarca desde el mes de mayo hasta septiembre (figura 1).

Material biológico. Se utilizaron semillas de lechuga de la variedad romana en lombricomposta mezclada con tierra de un suelo fértil con una densidad de 200 plantas.



Figura 1. Ubicación del Lugar.



Figura 2. Semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) y lixiviado de lombriz utilizado en el experimento.

Estructura y funcionamiento del prototipo. La estructura del prototipo se armó el 23 de marzo la cual está conformada por 8 tubos de PVC color blanco con 9 orificios a una distancia de 10cm, 12 tapas y conexiones que se encuentran en cada uno de los extremos de los tubos, 72 vasos de plástico del número 7, al igual que 80 cm de manguera, 8 esponjas las cuales tiene la finalidad de retener el agua y al cultivo, para el re-bombeo de agua se ocupan 2 paneles solares de 12 volts cada uno el cual están conectados en circuito en serie además de una bomba y un recipiente en el

cual está contenida el agua y los nutrientes se monitorean constantemente para evitar la acidez o alcalinidad del agua para que ésta no afecte a la producción [7, 8, 9].

Diseño del prototipo

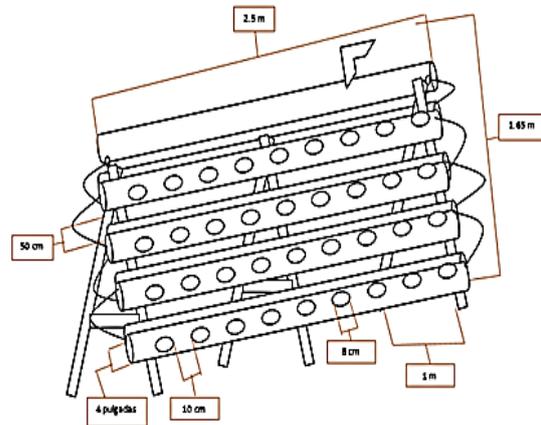


Figura 3. Prototipo experimental de un sistema De producción vertical de lechugas

Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con 2 tratamientos y 4 repeticiones, los datos fueron analizados en un anova de una vía y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p > 0.05$)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lechuga presento crecimiento favorable y un rendimiento similar al que se obtiene en sistemas de producción intensiva en campo. Además, esta hortaliza se reconoce por su alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales.

La dilución de 300 ml lixiviado de lombriz aforado a 1lt de agua y aplicado como solución nutritiva apporto los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción. Estos resultados aseguran el realizar un modelo a escala mayor.

Esto demuestra que la hidroponia es una técnica sustentable, por lo cual el cultivo presentó resultados favorables. Teniendo una producción orgánica, en donde se está dando un uso mínimo de los recursos no renovables. La técnica de hidroponía, en especial de lechuga, serian grandes proyectos de producción dentro de los mercados locales y que podría formar parte de los proyectos de huertos urbanos que

promueve el gobierno a para una mejor calidad de vida de cada persona así como el aprovechamiento de las pequeñas superficies para la producción de alimentos.

IV. CONCLUSIONES

Uno de los principales motivos de este trabajo es el uso de alternativas de producción para enfrentar el problema de abasto de alimentos que actualmente está afectando a un tercio de la población mexicana, los resultados fueron alentadores al demostrarse la eficiencia del prototipo en el crecimiento y producción de plantas de lechuga, aunque el desplazamiento de agua fue lento y se utilizó una batería para impulsar el agua hacia la parte de abajo se recomienda utilizar fuentes sustentables como energía solar, la capilaridad del agua, la evaporación, energía eólica o una combinación de diferentes sistemas esto con el fin de aprovechar al máximo los recursos locales.

RECONOCIMIENTOS

Le extendemos un agradecimiento a los alumnos de segundo semestre de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable:

Karina Chavero Olvera, Jenifer Torres Hurtado Rancel Valdenegro Tornez, Daniel Villeda Sánchez.

REFERENCIAS

1. Azcan.J. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial Mc Graw Hill Interamericana 2da edición. España.
2. Castellanos. R.J, Talon. M. (2004). Manual de producción hortícola en invernadero. Editorial INAGRI. Celaya, Guanajuato. P.496
3. Chapman. J, Dpratt P.E. (1998). Método de análisis de suelos, plantas y agua. Editorial Trillas. México, D.F p. 195
4. Espinoza R., P. 1985. Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponia bajo invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
5. Gonzales S. A. E De Erice. (2008). Biología la ciencia de la vida. Editorial Mc Graw Hill. Segunda edición. México DF, p.449
6. Marulanda. c. (2003). La huerta hidropónica popular. Editorial FAO. Santiago de Chile. P.132
7. Resh M.H. (2006). Cultivos Hidropónicos. Editorial MP 5a edición mexicana. DF, p.511
8. Sadaba.s, De Galdeno. J, Amaya U. (2007). Lechuga en cultivo Hidropónico. Editorial agrícola pp. 29-34.
9. Sánchez del C. F. y E. 1989. Escalante R. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Propuesta de movilidad sustentable urbana, caso de estudio

Trejo Torres Zaira Betzabeth¹, Serrano Arellano Juan², Rodríguez Uribe Juan Carlos³, Olvera Alvarado Ascensión Eванan⁴

División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Dom. Conocido s/n., El Saucillo, Municipio de Huichapan, Hidalgo
ztrejo@iteshu.edu.mx

Resumen— En la glorieta Miguel Hidalgo ubicada en la cabecera municipal de Huichapan Hidalgo identificamos un escenario de mejora de movilidad urbana en un sentido peatonal ya que en la zona el peatón se ve expuesto a sufrir un accidente al no contar con infraestructura y equipamiento urbano que conlleve a cruzar la vialidad de forma segura derivado de que los automovilistas por el tipo de vialidad circulan a gran velocidad, por lo que realizamos un análisis del escenario de movilidad sustentable en la zona con el objetivo de dar a conocer una propuesta de solución a la problemática que identificamos.

Abstract— In the roundabout Miguel Hidalgo located in the municipal head of Huichapan Hidalgo we identified a scenario of improvement of urban mobility in a pedestrian sense since in the area the pedestrian is exposed to an accident due to the lack of infrastructure and urban equipment that leads to To cross the road in a safe way derived from the fact that the motorists by the type of road circulate at high speed, so that we make an analysis of the scenario of sustainable mobility in the area with the aim of presenting a proposal for a solution to the problem that we identify.

Palabras clave — Urbanismo, Sustentabilidad, Movilidad, Diseño, Equipamiento.

I. INTRODUCCIÓN

La glorieta de Huichapan Hidalgo fue construida en el año de 1988 a través de la secretaria de obras públicas del estado de Hidalgo, como encargado Gral. Ing. Gustavo Roldan. En el centro de esta estructura se ubica un monumento de Miguel Hidalgo en conmemoración del grito de independencia, la cual está construida de cantera sólida color rosa, este material utilizado es muy persistente en la zona. Como concepto de glorieta podemos definir que es un tipo de intersección, caracterizada porque los tramos que en ella confluyen se comunican a través de un anillo (calzada aproximadamente circular) en el que se establece una circulación rotatoria

alrededor de una isleta central. El tipo de glorieta que se está utilizando en la zona se llama suburbanas o periurbanas: En vías suburbanas o periurbanas, las glorietas tienen la ventaja de que

Obligan al conductor a percibir que se acerca a zona poblada. En la urbanización se adquiere el concepto de vialidad como la un elemento que conforma la estructura urbana, pero por su importancia en esta esta conformación, se analiza separadamente con mayor detalle, se clasifica en vías primarias, secundarias y terciarias, estas nos sirven para conectar la ciudad de un extremo al otro y con otras ciudades, por lo que cada una de estas vías se tiene que diseñar de una forma diferente contemplando la funcionalidad de cada una de estas. En la ubicación de la glorieta de Huichapan Hidalgo se usan lo que son vías primarias (carretera México - Querétaro) y secundarias (carretera hacia Tecozautla, industria CEMEX y entrada a Huichapan). En la Figura 1 observamos la glorieta Miguel Hidalgo.

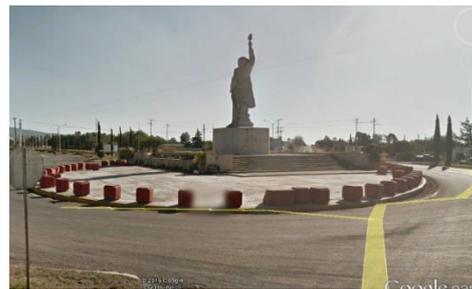


Fig. 1: Perspectiva de la glorieta Miguel Hidalgo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del concepto se realiza con base a casos similares y nuevas innovaciones que podrán funcionar en más de un proyecto un ejemplo de este es, el peatonal de Laurent Saint Val un diseño como propuesta para un concurso de nuevas ideas para puentes en Ámsterdam. Diseñado para ser construido en madera y acero, el puente presenta una cubierta ajustable para

optimizar el control lumínico y la recolección de aguas lluvia. El proyecto incluye un café, restaurante, tiendas y un gran espacio para guardar bicicletas. Resuelve la problemática del traslado de un peatón hacia los dos lados de la vialidad por medio de un puente peatonal que es diseñado con una forma semicircular.

Para la movilidad del cruce de extremo a extremo de una vialidad utilizaremos puentes peatonales también llamados pasarelas, son un tipo de puente destinado al uso principalmente de peatones, como su nombre lo indica. Se definen las partes principales que lo componen, mostrando ejemplos de pasarelas y de puentes fabricados en materiales convencionales y en materiales compuestos. Existen diferentes tipos de puentes, respecto a su clasificación concepto-forma.

Algunos de los materiales constructivos son:

- Madera,
- Hormigón
- Metálicos
- Materiales compuestos
- Concepto a desarrollar

Peatonal: Cuando su uso se circunscribe al tráfico de peatones.

Topología estructural

- Puentes en viga
- Puentes en arcos
- Puentes colgantes
- Puentes atirantados

Casos Análogos

Nacional

Ciudad de México. Ubicada en la delegación Miguel Hidalgo

“La Morera es una de las propuestas gourmet que ha tomado un espacio público como parte de la reinención de la ciudad de México. Ubicada en la delegación Miguel Hidalgo, este sitio pretende ser un centro culinario cuya inspiración fue el mercado de San Miguel, en Madrid (España). Todo esto está por debajo del puente vehicular. En la Figura 2 observamos parte de los detalles que componen este espacio público.

Entre los locales encontraremos: Tres Galeones, Don Kebab by Chefo, Café de Estado, Cocos

Agua Santa, Yumi Yumi sushi, Bistro del Puente, Formo del Pauli, Zoco Street Food, tienda Teazana.”



Fig. 2: *Espacio Público Gourmet.*

Internacional

Puente Icónico Ámsterdam Internacional

“Este proyecto, creado por los arquitectos españoles Nicolás Montesano, Víctor Vila y Boris Hoppek para el concurso Ámsterdam Iconic Pedestrian Bridge Competition. Las propuestas para este concurso se evaluaron conforme a cinco criterios principales: el uso inteligente y apropiado de todos los principios del diseño arquitectónico y urbano, el espacio y la percepción del flujo de tráfico en el espacio público, la estética del diseño y la originalidad de la propuesta, el uso de materiales sostenibles, y la claridad y la comprensión del diseño.” En la Figura 3 identificamos un redender del proyecto Icónico.

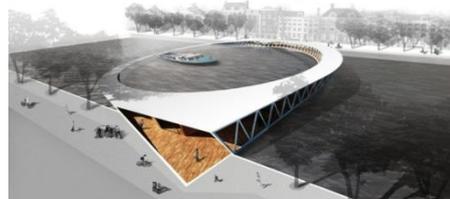


Fig. 3: *Perspectiva Puente Icónico.*

Conceptos Metodológicos de solución de movilidad peatonal

El concepto de solución de movilidad peatonal con relación a cruzar un paso vehicular se resuelve a nivel de la calle desde el punto de vista del peatón, ya que al utilizar puentes peatonales estamos con ello jerarquizando al vehículo como agente central de movilidad desplazando al peatón a segundo plano.



Fig. 4: Comparativa de la distancia de movilidad del peatón entre el puente peatonal y paso a nivel.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de una estructura peatonal, que permita al peatón una accesibilidad segura e incorporando en la misma recreación con base al contexto de la zona, la estructura peatonal estará ubicado en La Glorieta Huichapan Hidalgo.

Especificaciones del diseño del puente peatonal

Se optara por la selección de un puente peatonal con un material compuesto este será caracterizado por metal - cerámico, para obtener una mejor rigidez, resistencia y manejabilidad en el diseño, conceptualizando una forma semicircular para una mejor funcionalidad.

Designando el tráfico vehicular en cuestión de altitudes se manejara una altura no menor a 4m para una mejor ventaja con a los vehículos que son autos compactos, autobuses, camiones de carga, obteniendo una venta para los camiones de mayor altitud.

Se usan las siguientes características funcionales en los puentes peatonales las cuales son:

- El andén debe orientar claramente los flujos de circulación hacia el arranque de la escalera, el ascensor o la rampa.
- En el arranque de la escalera, la rampa o ascensor, debe existir cambio de textura en el piso.
- Tener dos pasamanos a 0,90 m y 0,60 m del piso respectivamente, por lo menos en las zonas de acceso o descarga (rampas).

- Debe estar provisto de bordillo mínimo de 0,15 m de altura a todo lo largo del puente
- La pendiente máxima longitudinal debe ser 10%, para una longitud de desarrollo máxima de 15 metros.
- Pendiente transversal máxima 2% Su descanso debe permitir inscribir un circulo de 1.50 m

Algunas características en los puentes metálicos son:

- Uniformidad.- Las propiedades del acero no cambian considerablemente con el tiempo.
- Alta resistencia.- La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.
- Durabilidad.- Las estructuras durarán de forma definitiva si tienen un adecuado mantenimiento.
- Ductilidad.- Es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil permite fluir localmente evitando fallas prematuras.
- Costo de recuperación.- Se los puede reutilizar como chatarra.

La propuesta como antes mencionada es una forma semi-circular para no obstruir con la vista del monumento y que este en contraste con el entono y el contexto y también utilizando el material más concurrido de la zona que es la toba.

Propuestas (Bocetos)

Para el diseño del puente peatonal nos basamos en la vista aérea de la glorieta, siendo un parámetro a respetar la visual hacia el monumento y enfocarnos en entrar al contexto del sitio.



Fig. 4: Vista aérea de la glorieta Miguel Hidalgo.

En la Figura 5 observamos la propuesta que se considera considerando una forma ovalada que redondea la vista del monumento en el traslado del peatón.

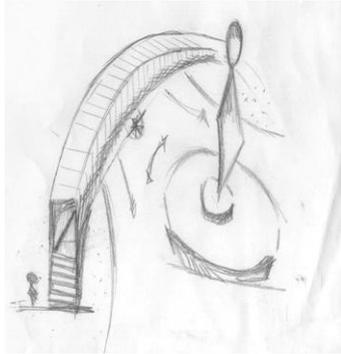


Fig. 5: Propuesta del concepto del puente peatonal (vista lateral).

En la Figura 6 observamos una vista frontal de la propuesta del concepto en donde identificamos una envolvente semicircular del puente peatonal lo cual invita al peatón a observar el monumento más detalladamente.

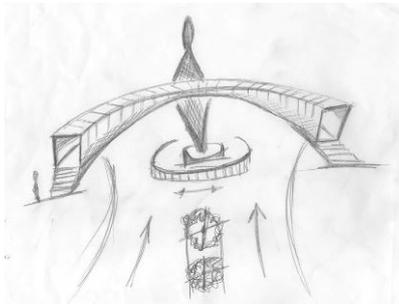


Fig. 6: Propuesta del concepto del puente peatonal (vista frontal).

En la Figura 7 se muestra una perspectiva desde un punto en donde se observa como es la estructura en forma de elipse, dando como referencia el diseño integral del puente peatonal.

El objetivo primordial es otorgar parámetros de movilidad sustentable al peatón y con ello aumentar la calidad de vida de la población del lugar, recordando que los elementos de calidad de vida de un asentamiento urbano son los

siguientes: movilidad, crecimiento y desarrollo, entorno social y ambiente.

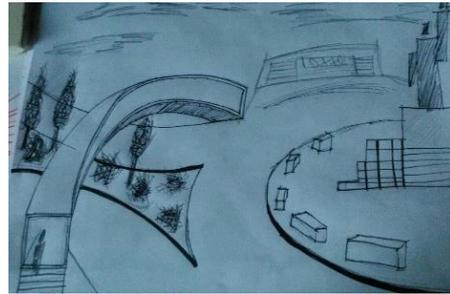


Fig. 7: Perspectiva del concepto del puente peatonal

IV. CONCLUSIONES

Se analizaron varios casos análogos los cuales fundamentaron una idea mejor sobre el concepto de la funcionalidad y estética de este puente, ya que se tenía que encontrar una solución en el contexto del lugar sin dejar de enfocarnos en el monumento de este sitio. La estructura que se propone cumple con las expectativas de diseño, funcionalidad y requerimientos del desarrollo urbano de la zona.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece la participación constante de los alumnos de 6° semestre de la carrera de arquitectura: N. B. Moran, A. R. Olguín, S. Trejo, L. E. Cantero

REFERENCIAS

- [1] Pag Web: Mexico City Gia Insider
Fecha: Enero 2016
Autor: @Surrealindeath
Url: <http://mxcity.mx/2015/04/increible-s-puentes-de-mexico-que-unen-ciudades-con-disenos-futuristas/>
- [2] Pag Web: Www.Arq.Com.Mx
Fecha: Mayo 2012
Autor : Buscador De Arquitectura
Url: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/13220.html#.VzUuW1XhDIX>
- [3] C., A. (2008). Análisis técnico-económico entre proyectos de construcción de estructura metálica y hormigón armado. red vial Nacional de Colombia: EPN.
- [4] Páez, T. G. (2000). Análisis de estructuras isostáticas. México D.F.: Academia de Estructuras, E.S.I.A. ZACATENCO.
- [5] Pdf: Instituto De Desarrollo Urbano – Idu
Título: Criterios de diseño estructuras
Fecha: marzo 2007