

GESTIÓN DE PROYECTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN

Ing. María Magdalena Vázquez Martínez¹

Resumen— El artículo que se presenta a continuación desarrolla un método híbrido de gestión de proyectos que fue diseñado con la intención de facilitar la implementación de herramientas de mejora continua en la industria, estructurando los procesos y entregables del proyecto en una forma ágil y a la vez robusta para con ello ganar facilidad de implementación y control en su ejecución. El método propuesto se ejemplifica en una implementación en la industria cosmética, sin embargo la propuesta es sumamente robusta para implementarse en pequeñas y grandes empresas, tanto para el sector productivo como servicios, partimos de las propuestas tradicionales de Fel, PMI y Ágil para generar una estructura de proyectos que nos permita ser eficientes, minimizando los procesos de gestión y entregables en todo el desarrollo de las etapas del proyecto. La propuesta que se desarrolla agrega una etapa llamada “Factibilidad”; donde se elabora un análisis costo-beneficio para validar si el resultado está alineado con los objetivos estratégicos de la organización.

El cuerpo del artículo ejemplifica la implementación del método en Cosméticos Qro, se gestionó un proyecto de mejora para implementar la medición del OEE dentro de su sistema productivo y con ello ganar eficiencia y productividad en su gestión operativa.

Palabras clave—Método Híbrido, Fel, PMI, KPI's, OEE.

Marco contextual

Resulta importante contextualizar la implementación del proyecto que se realizó, por lo que a continuación se describirá de manera breve cual es la situación actual que prevalece en la industria cosmética, cuales son los principales retos a los que se enfrentan y donde están las oportunidades que la organización puede tomar para aplicarlas de manera favorable a la gestión de proyectos.

Datos de la Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos (CANIPEC) afirma que México ha tenido un desarrollo constante, con un valor estimado de 154,000 MDP, siendo uno de los sectores de mayor crecimiento anual en la economía, dado este desarrollo México ocupa el tercer lugar en producción de cosméticos en América, después de EUA y Brasil, ocupando el doceavo lugar mundialmente. Los datos mencionados han sido un gran reto, el logro obtenido de cada uno de las organizaciones de la industria cosmética, se basa en una palabra clave “Innovación”, dado que se enfrentan a un constante desarrollo de nuevos productos y procesos con la finalidad de adaptarse rápidamente al cambio de generaciones, cultura de los países y estilo propio de cada uno de los consumidores.

El crecimiento mencionado de la industria cosmética ha desarrollado diferentes tipos de venta, (Boada y Romulo, 2011) refieren que las organizaciones de venta directa generan altos niveles de volatilidad en la demanda, que impactan desde la planificación, hasta la cadena de suministros encargados de programar la disponibilidad del producto para cuando el consumidor lo requiera, ante esto la pregunta es, ¿Cómo estar listos ante los requerimientos del cliente?

El modo de venta que maneja Cosméticos QRO, es mencionada en el párrafo anterior “Venta directa”, un modo de venta sumamente retador ante la manufactura de 2000 SKU, difícil tenerlos en mente cada uno de ellos, ahora pensemos como desarrollar procesos flexibles, innovadores, eficientes, con calidad, precio competitivo y servicio en tiempo y forma, las características mencionadas responde la pregunta formulada ¿Cómo estar listos ante los requerimientos del cliente?, la respuesta define a una empresa de clase mundial, (Terziovski y Sohal, 2000) en su investigación determinan que la necesidad de implementar un programa de mejora continua tiene como objetivo: ser empresas competitivas. Una empresa de clase mundial cuenta con una filosofía de calidad total y mejora continua, entre otras.

Ante un mercado competitivo ya no es un lujo para una organización ser una empresa de clase mundial, se convierte en una necesidad para mantenerse y entrar en nuevos mercados. La proyección de crecimiento e innovación que pronostica el desarrollo de la industria cosmética se convierte en una mirada hacia el futuro, el mercado se convierte cada día más exigente y exclusivo, lo que propicia el desarrollo de la innovación, calidad total y mejora continua. De acuerdo al crecimiento y áreas de oportunidad que se tienen en Cosméticos Qro, se desarrolla una

¹ Ing. María Magdalena Vázquez Martínez, estudiante de la Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería, CIATEQ Campus Querétaro, Querétaro, México. magdalena.vazquez86a@gmail.com

herramienta que permita desarrollar de forma ágil proyectos con el objetivo de aumentar la eficiencia en la gestión de las implementaciones de herramientas de lean manufacturing bajo un método formado por cinco etapas.

Cosméticos Qro, entre 2018 - 2019 la estrategia de la organización se desarrolló mediante tres pilares: disciplina financiera y operativa, cadena de suministro global y mejora continua, la base de los pilares para el desarrollo fue su gente, mediante el personal comprometido a través la retención del talento, simplicidad y empoderamiento, la estrategia fue realizada por los directores de la organización, notándose con ello el compromiso se desplegó hacia toda la organización.

(Spear y Bowen, 1999) refieren que no es extrapolable el procesos de implementación de lean manufacturing de Toyota, considerando que las herramientas de lean manufacturing fue un proceso de prueba y error y en un entorno socio político determinado (Kenney y Florida, 1993). Lean manufacturing es aplicable a cualquier industria, no es específica hacia un mercado, por lo cual las industrias deben desarrollar estrategias que les permitan no solo mantenerse, sino mejorar su posición competitiva. Cosméticos QRO, ante la necesidad de ser competitivo en el mercado, desarrolla en su estrategia un pilar enfocado al desarrollo de la mejora continua. Las empresas innovadoras y, además seguidoras de esta filosofía, lograrán un ritmo de mejora y de incremento de la competitividad, óptimo y sostenido en el tiempo (Hansson, 2001)

Se fusionan dos metodologías tradicionales Fel y PMI, sumando la gestión ágil de proyectos. Una buena gestión de un proyecto nos reduce la incertidumbre al fracaso, se determinan como proyectos fallidos, los que no cumplen con los requisitos de presupuesto, plazo, calidad, aceptación del cliente y sostenibilidad, este último requisito refiere a preservar el medio ambiente o los miembros del equipo durante la ejecución del proyecto (Pablo Lledo, 2012). El fundamento de las teorías hoy reconocidas como lean manufacturing y gestión de proyectos entre otras muchas, va evolucionando de acuerdo al desarrollo social interno y externo donde se requieran implementar. El último requisito de satisfacción de un proyecto que define (Pablo Lledo, 2012) en preservar el medio ambiente, se puede referenciar a que hoy en día no es garantía de éxito un proyecto bajo una estructura de procesos y herramientas definidas, para ello se requiere desarrollar un equipo de personas comprometidas, mentes creativas, que trabajen porque les guste y sean reconocidas.

Marco teórico

¿Qué es lean manufacturing? Es una filosofía de trabajo, basado en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” (Hernández y Vizán, 2013). Los pilares de lean manufacturing son: La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación de desperdicio, los aprovechamientos de todo el potencial a lo largo de valor y participación de los operarios (Rajadell y Sánchez, 2010).

¿Qué es un proyecto y la gestión de proyectos? Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La gestión de proyectos es la Aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto, para cumplir con las expectativas y objetivos, de tal manera que se cumpla con un cronograma, con el presupuesto y requisitos de calidad acordados (Guía de PMBOK, 2017).



Figura 1. Ciclo de vida de la administración de proyectos. (Guía de PMBOK, 2017).

Project Management Institute PMBOK: es una asociación de profesionales de la administración de proyectos, programas y portafolios, fue fundada en 1969. La metodología de PMI consta de cinco fases como se muestra en la figura 1. Todos los grupos de procesos se vinculan entre sí a través de los resultados que producen. Los grupos de procesos son actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de todo el proyecto. La salida de un proceso se convierte en la entrada de otro proceso o es un entregable del proyecto o fase del proyecto (PMBOK, 6TA ed.).

FEL (Front end Definition), inicia con la identificación de una oportunidad u objetivo de negocio y continúa hasta que el proyecto es autorizado para ejecución o rechazo por su inviabilidad un proceso estructurado que cubre las tareas, actividades y entregables de las primeras tres etapas de un proyecto para maximizar su oportunidades de éxito, como se muestra en la figura 2. Una definición inicial de proyecto (FEL) bien ejecutada, respecto a un proyecto que no aplique esta metodología puede lograr: Reducir el costo del proyecto hasta un 20% del monto, minimizar la variabilidad de los resultados del proyecto en términos de costo, programa, y operatividad, incrementar la oportunidad de cumplir con objetivos ambientales y sociales, incrementar la posibilidad de mejorar los logros en objetivos de negocio, mejorar la administración de riesgos y reducir la posibilidad de cambios de alcance.

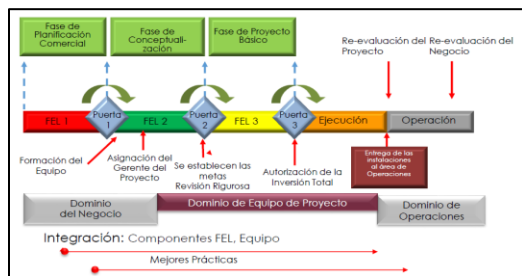


Figura 2. Sistemas de Gestión de proyectos FEL (Araujo, 2018).

Manifiesto ágil para la gestión de proyectos: es un

enfoque iterativo para planificar y guiar los procesos del proyecto. Lean, para mejorar eficiencia en proyectos de producción masiva, Ágil, para acelerar proyectos de software. Con el objetivo de ser más eficiente y rápido en cualquier tipo de proyecto. El principal beneficio de la gestión de proyectos ágiles es su capacidad para responder a los problemas que puedan surgir a lo largo del transcurso del proyecto (Pablo Lledo, 2012).

Descripción del Método

La investigación descrita se desarrolla mediante las siguientes cuatro etapas:

Etapa N°1 (Diagnostico) / Etapa N° 2 Definición del proyecto

Se realizó una encuesta donde participaron 72 colaboradores de distintas áreas administrativas, con el objetivo de entender el entorno. El resultado de las preguntas clave, soportan el desarrollo del método propuesto, el resultado fue el siguiente:

1. ¿Cuántos Proyectos y de qué tipo ha realizado?, de uno a cinco el 50%, seis a diez el 15% y más de once el 35%, anuales. El 9.8 % desarrollo proyectos de inversión de capital, el 15.49% de mejora continua, el porcentaje restante menciona diferentes temas incluyendo los dos mencionados.
2. ¿Han tenido problemas con los Proyectos y cuáles han sido las causas? El 93% ha tenido problemas, el restante no. Las principales causas son: cambio de prioridades 19.7%, mala planeación 11.2%, los objetivos no son claros 8.4%, mala comunicación 9%, el 51.7% todos los mencionados
3. ¿Qué metodologías utilizan para gestionar proyectos? el 59% no conoce ni aplica ninguna metodología, el 12% contesto que conoce prince2 pero no la aplica y el restante PMI u otra distinta a las mencionadas.

Teniendo en la estrategia un pilar enfocado a la mejora continua en los procesos y ante esta área de oportunidad que se tienen, se continúa con la siguiente etapa planteada para el desarrollo del método de gestión de proyectos, el resultado de la encuesta y la estrategia de la organización fundamentan la ejecución de la investigación. Se define el objetivo, alcance y costo del proyecto.

Etapa N° 3 (Definición del Método)



Figura 3. Etapas del Método propuesto.

El desarrollo de esta etapa se basó en el estudio de las metodologías tradicionales mencionadas y principios ágiles. El método propuesto consta de cinco etapas, en la figura 3, se observan que no se encuentran alienadas, a este acomodo le llamare etapas en relevo, porque antes de terminar una etapa la siguiente arranca. El proceso tiene dos aprobaciones de documentos de soporte de decisión (DSD), si los documentos no

son autorizados el proyecto no continua.

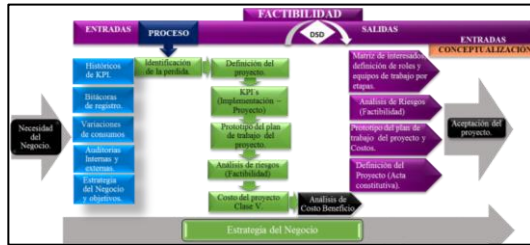


Figura 4. Etapa de factibilidad

identificados, se finaliza con la priorización de riesgos y toma decisiones. Al terminar estos procesos se calcula el costo estimado del proyecto. Se menciona que el costo estimado en esta etapa es considerado de clase V, se determina este estimado cuando se ha identificado la necesidad del proyecto y se va a iniciar con su conceptualización, aún no se ha iniciado la ingeniería del proyecto. Con la identificación de la pérdida, plan de trabajo, riesgos y costo se genera el análisis de costo beneficio, estos documentos son el soporte para presentar el proyecto al patrocinador y tomar la decisión si el proyecto es factible. El cierre de la etapa es el inicio de la conceptualización con la firma del acta constitutiva teniendo como soporte las salidas del proceso.



Figura 5. Etapa de conceptualización.

factibilidad y los riesgos del proyecto estén en tiempo y ejecución de acuerdo a la etapa de conceptualización. No se puede iniciar la etapa de planeación si no se tiene validado y concluido el Manual de implementación del proyecto, el plan de trabajo y costo del proyecto, si uno de los documentos de salida que no sean los mencionados no está terminado no es algún impedimento para iniciar la etapa de planeación. Al cierre de esta etapa e inicio de la planeación del proyecto se ejecuta el plan de integración del equipo con la finalidad de preservar el medio ambiente y los miembros del equipo comprometidos por cumplir cada una de sus funciones para sumar a los objetivos del proyecto y la organización.

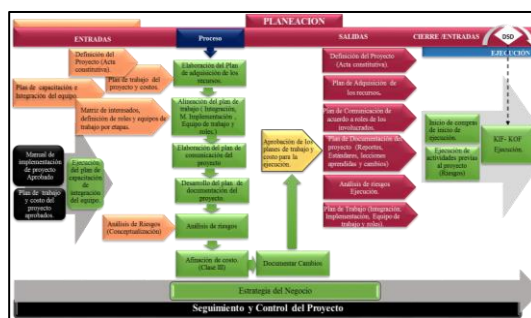


Figura 6. Etapa de planeación.

El cierre de la etapa de planeación e inicio de ejecución se detonan las primeras actividades del plan de compras y actividades previas que mitiguen algún riesgo determinado, previo a estas actividades se ejecuta el Kif- Kof por el patrocinador del proyecto, integrantes del equipo y toda la organización, es importante que ante una implementación lean que implica un cambio de cultura en la organización se tome el tiempo planeado para dar a conocer el proyecto y mostrar ante todo al personal el involucramiento y compromiso de la dirección, si no se ejecuta esta actividad el proyecto no puede continuar aun con los avances, es importantes que se muestren los objetivos y beneficios.

FACTIBILIDAD: El objetivo de la etapa es identificar y evaluar la oportunidad mediante un análisis de costo-beneficio. En la figura 4, se muestran las entradas procesos, salidas y cierre. El líder quien define y gestiona el proyecto desarrolla un análisis mediante un juicio de expertos e involucrando al usuario final, con el objetivo de identificar la pérdida y el proyecto a desarrollar. La etapa mencionada consta de seis procesos, el análisis de riesgos se elabora mediante el desarrollando de un análisis cualitativo para estimar el posible impacto, probabilidad de ocurrencia y probabilidad de detección de cada uno de los riesgos

CONCEPTUALIZACIÓN: El objetivo de la etapa es generar y seleccionar alternativas de ejecución del proyecto e integración del equipo de trabajo. En la figura 5, se muestra las salidas de la etapa después de los seis procesos que la conforma, se realizan cambios en los documentos ya generados en la etapa de factibilidad después del diagnóstico del entorno social interno y externo, los cambios son aprobados por el patrocinador del proyecto.

Una de las consideraciones para aprobar los cambios es revisar que las fechas del plan de actividades determinado en la etapa de factibilidad y los riesgos del proyecto estén en tiempo y ejecución de acuerdo a la etapa de conceptualización. No se puede iniciar la etapa de planeación si no se tiene validado y concluido el Manual de implementación del proyecto, el plan de trabajo y costo del proyecto, si uno de los documentos de salida que no sean los mencionados no está terminado no es algún impedimento para iniciar la etapa de planeación. Al cierre de esta etapa e inicio de la planeación del proyecto se ejecuta el plan de integración del equipo con la finalidad de preservar el medio ambiente y los miembros del equipo comprometidos por cumplir cada una de sus funciones para sumar a los objetivos del proyecto y la organización.

PLANEACIÓN: El objetivo de la etapa es definir el alcance en cada uno de los planes de trabajo de acuerdo al método de implementación aprobado, cabe mencionar que en cada etapa se han agregado procesos donde cada una de las actividades del plan de trabajo y recursos se afinan antes de ser ejecutados, en esta etapa se define cada una de las actividades con el objetivo de adaptar el proyecto a la organización, como hace mención (Kenney y Florida, 1993), la herramientas lean se tienen que adaptar al entorno social interno y externo lo que desarrolla un método echo a la medida de la organización. En la figura 6, se muestran las entradas, proceso, salidas y cierre de la etapa, la aprobación de los cambios se evalúa con el

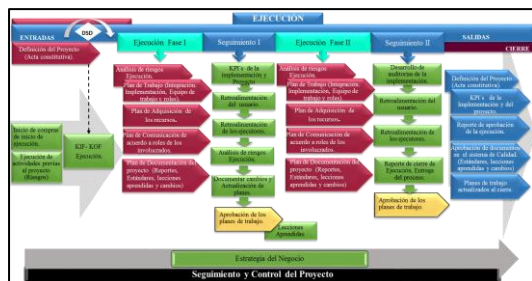


Figura 7. Etapa de ejecución.

para posteriormente actualizar los actividades a ejecutar en los planes de trabajo y continuar con la fase II, el objetivo es tener un proyecto éxitos y hacer cualquier cambio que se encuentre en la planeación y hacerlo parte del desarrollo y no como un error en el proyecto. Las Salidas de esta etapa son las entradas e inicio de la etapa de cierre.



Figura 8. Etapa de Cierre.

CIERRE: El objetivo es confirmar que el trabajo se ha realizado según los requisitos y obtener la aprobación y cierre formal del proyecto. Las salidas de la etapa de ejecución se muestran en la figura 8, se desarrollan un cierre técnico y uno financiero compuesto por cinco procesos cada uno genera un reporte de cierre sometido a una proceso de aprobación por el finanzas e indicadores del área donde se desarrolló del proyecto. El cierre del proyecto tiene que ejecutarse por el patrocinador del proyecto y todo el equipo, si el proyecto no fue exitoso se tiene que dar a conocer los motivos y dar por terminado el proyecto.

Etapa N° 4 (Ejecución de la metodología) Resultados

El cuerpo de este artículo está enfocado al desarrollo del método de gestión de proyectos de implementación de herramientas lean, en esta etapa N°4 se mencionaran brevemente algunos de los principales procesos de la implementación que se hizo usando el método uniendo las cinco fases. El método propuesto para la gestión de herramientas lean, se desarrolló implementando un sistema de medición del OEE en el área de envasado en la empresa de Cosméticos, Qro. El objetivo de la propuesta mencionada fue desarrollar un sistema confiable de captura de datos y análisis de la información para determinar la eficiencia de la ejecución de las mejoras propuestas en procesos. El proyecto se alinea 100% a la estrategia de la organización.

Etapa N°1 (Factibilidad): La empresa invierte un porcentaje considerable anual en proyectos de inversión y mejora continua, se requiere tener identificada y justificada el área de oportunidad donde se ejecute la inversión para garantizar el impacto y disminuir el tiempo de retorno de la Inversión, lo anterior mencionado se convierte en la necesidad de la organización. La etapa de factibilidad fue aprobada por la dirección de manufactura, el 60% de los reporte diarios de OEE no eran confiables por defectos de registro y cálculos. El beneficio de tener un sistema confiable como el OEE de mejora continua eliminan las pérdidas en el área y lugar correcto de los procesos, ejecutando proyectos con objetivos alineados a la estrategia de la organización. En el análisis de costo beneficio se identificó el área de oportunidad definiendo implementar un sistema de OEE semiautomático para el registro y automático para los cálculos, se desarrollaron los documentos mencionados en la figura 5.

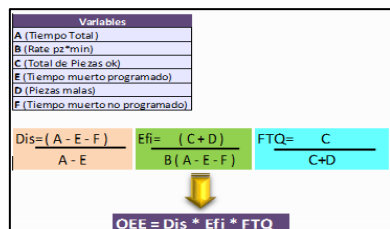


Figura 9. Formulas OEE
 Cosméticos Qro.

Etapa N°2 (Conceptualización): El análisis social interno y externo de la organización determino que el personal no tiene el perfil académico para realizar los cálculos manuales y la interpretación de la información, esto cambia las actividades del plan de trabajo. No se tiene la infraestructura ni el capital para la inversión de un software automático para el KPI's, el método de implementación se desarrolla basado en una hoja de cálculo con programación en Visual Basic y los cálculos sean automáticos. En la figura 9, se muestra la adaptación del OEE al giro de la empresa.

Etapa N°3 Planeación: Se desarrollaron todos los planes de trabajo determinados en la figura 6, cabe mencionar que el equipo de trabajo fue multifuncional, se menciona lo anterior porque el OEE no solo corresponde al área de Producción, es un indicador donde participan el 100% de todas las áreas, unas lateralmente y otras directamente. Las áreas que se tomaron como directas son: Calidad, Mantenimiento, Producción y Planeación.

Etapa N°4 Ejecución: Se desarrollaron todos los planes definidos, haciendo cambios en la primera fase del proceso de ejecución, el manejo de la información fue muy difícil de gestionar teniendo reportes para cada tecnología en una misma área, se estandarizo el reporte de registro y captura por área, el cambio resultado exitoso y se validó en el segundo seguimiento. Lo anterior mencionado nos favoreció para no alargar el proyecto o poner en riesgo el éxito del proyecto. El KPI arrancó al mismo tiempo en todas las áreas, el monitoreo del indicador fue al 100% durante seis meses, al ir evolucionando los resultados fueron favorables.

Etapa N°5 Cierre: Se determinó un Objetivo de efectividad en el registro, captura y seguimiento por parte de los líderes de las áreas, con la finalidad de la adopción del indicador. Se realizó el cierre técnico y financiero el informe final y cierre del proyecto se ejecutó en tiempo y forma.

Conclusiones

Dada la investigación descrita en este artículo puedo concluir que los principios de lean manufacturin se pueden aplicar no solo a las metodologías de gestión de proyectos, el fundamento de los principios mencionados son aplicados en todo aquel proceso que día a día se quiera mejorar.

Es un reto simplificar metodologías tan estudiadas y completas como Prince2, PMI y FEL, no es invitar el hilo negro, así como las herramientas lean tienen fundamentos y retroalimentan a muchos procesos, también las metodologías tradicionales de gestión de proyectos mencionadas han impulsado el desarrollo de los metodologías ágiles y métodos híbridos como el que se describe en el presente artículo. Uno de los principios de la mejora continua es precisamente lo mencionado “mejorar día a día”, es un reto simplificar procesos pero no es imposible, en la ejecución del método descrito podemos encontrar áreas de oportunidad donde se puede ir haciendo aun los procesos más esbeltos con el mismo objetivo por el cual fue desarrollado, Implementaciones de Herramientas lean para eliminar o minimizar una perdida que esté ligada a los objetivos de la estrategia de la organización.

Los principios de lean favorecen y retroalimentan a la gestión de proyectos pero la gestión de proyectos enfoca el desarrollo de herramientas lean exitosamente.

Referencias bibliográficas

- Boada, Antonio, José. Mayorca, Rómulo. Planificación de demanda, en empresas con estilo de venta por catálogo, 2011. Revista Lasallista de Investigación [en línea]. ISSN: 1794-4449.
- Terziowski, M. y Sohal, A.S. The adoption of continuous improvement and innovation strategies in Australian manufacturing firms, 2000. Technovation, Vol. 20 No. 10, pag. 539-50.
- Spear, S. Bowen, H.K. Decoding the DNA of the Toyota Production System, 1999 .Harvard Business Review, Vol. 77, núm.5, pag. 97-106
- Kenney, M. Florida, R. Beyond mass production: the Japanese system and its transfer to U.S. Oxford University Press, New York, 1993. pag.4
- Hansson, Jonas. Implementation of total Quality Management in small organisations: A case study in Sweden Total Quality Management. 2001, pag. 988-994
- Pablo, Lledo. Gestión Ágil de proyectos: Lean Project Management, 1ª edición, 2012. Trafford Publishing

- Hernández, Matias, Carlos. Vizán, Idoipe, Antonio. Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación, 2013. Escuela de Organización industrial, UPM, pag.12
- Manuel, Rajadell, Carreras. Sánchez, García, José. Lean Manufacturing (La evidencia de una necesidad), 2010.España, p.6
- Guía de PMBOK Sexta edición: Fundamentos para la dirección de proyectos.Chicago, 2017.
- PMI (Project Management Institute): [En línea] [Citado en : 2019] <http://www.pmi.org>
- Araujo, Jennifer. Posgrado en Manufactura Avanzada. “Gestión del proceso de desarrollo de proyectos FEL”, 2018. Educación Superior. Posgrado en Manufactura Avanzada, Querétaro, Querétaro, México.



APLICACIÓN DE MODELO CANVAS DE NEGOCIOS EN EL ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA APP DE SEGURIDAD INSTITUCIONAL: WALK SAFE

Vazquez Rivera Jesus¹, M.G.A Lugo Cazares María Aurelia², M.C Tapia Esquivias Moises³, Durán Guerrero José Antonio⁴, Galván Fajardo José Andrés⁵, Muñoz Blanco Juan Carlos⁶ y Romero Luna Jesús Humberto⁷

Resumen- La presente investigación aborda una problemática que se ve en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, dentro del trayecto de campus principal a campus 2, durante el trayecto se han presentado distintas agresiones físicas, esto afecta de manera directa a la comunidad estudiantil y a docentes del instituto. Con base a estudios generados se dará a flote una aplicación, será de manera gratuita para alumnos y docentes. Antes del desarrollo total de la aplicación se evaluará mediante el modelo canvas de negocios y ver si es viable la implementación de WalkSafe.

Palabras Clave- Modelo Canvas, Aplicación, Delincuencia, Estudiantes.

Introducción

El presente proyecto consiste en la aplicación del modelo canvas de negocio para demostrar la viabilidad de crear una aplicación de seguridad institucional, con el nombre de “Walk Safe”, contemplando como mercado meta todos los alumnos y docentes del Instituto Tecnológico de Celaya.

El modelo canvas es una herramienta simplificada para la elaboración de un modelo de negocio, la cual se basa en la descripción del modelo a través de nueve bloques que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Su sencillez de ejecución y su formato visual ayuda mucho a conocer y mejorar una idea. Esta herramienta es usada por grandes empresas como Netflix, Skype, coca cola entre otros.

Actualmente la inseguridad en México cada día va en aumento, se ha ido convirtiendo en una forma de vida para muchas personas, Guanajuato no es la excepción ya que hoy en día de acuerdo a noticias por diversos medios de comunicación es el estado más violento (Villalpando, 2019) lo cual afecta a la población en sus rutinas diarias, un sector vulnerable son los estudiantes quienes se exponen cada día a sufrir algún de robo para quitarles sus pertenencias como los dispositivos electrónicos y estos eventos han ido en aumento a los alrededores del tecnológico nacional de México en Celaya en donde de acuerdo a datos presentados por la institución se registran en promedio 2 asaltos por semana durante el semestre enero-junio 2019 (TecNM en Celaya, 2019).

Actualmente, la institución no cuenta con ningún sistema de seguridad portátil a mano de cualquier estudiante, lo que indica que todos los alumnos se encuentran vulnerables ante situaciones como: asaltos con arma blanca y/o de fuego, secuestro e incluso la muerte. A su vez dentro de los beneficios que presenta el uso de la app se encuentran: brindar seguridad a los alumnos, prevención de cualquier asalto y/o secuestro, mejorar la seguridad entre campus a campus del TecNM en Celaya y tener el conocimiento absoluto del horario del Lince Bus. Además de destacar los objetivos contemplados de la app son: prevención de cualquier asalto y/o secuestro, tener control y vigilancia del alumnado por

¹ Vazquez Rivera Jesus es Estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya de la carrera de Ingeniería Industrial cursando actualmente el séptimo semestre. 16030933@itcelaya.edu.mx

² M.G.A Lugo Cazares María Aurelia es profesora en el Tecnológico Nacional de México en Celaya adscrita al departamento de Ingeniería Industrial. maria.lugo@docentes.itcelaya.edu.mx

³ M.C Tapia Esquivias Moises es profesor en el Tecnológico Nacional de México en Celaya y jefe de departamento de la carrera de Ingeniería Industrial. moises.tapia@itcelaya.edu.mx

⁴ Durán Guerrero José Antonio es estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya de la carrera de Ingeniería Industrial cursando actualmente el octavo semestre. 16030184@itcelaya.edu.mx

⁵ Galván Fajardo José Andrés es Estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya de la carrera de Ingeniería Industrial cursando actualmente el octavo semestre. 16030196@itcelaya.edu.mx

⁶ Muñoz Blanco Juan Carlos es Estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya de la carrera de Ingeniería Industrial cursando actualmente el octavo semestre. 16030135@itcelaya.edu.mx

⁷ Romero Luna Jesús Humberto es Estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya de la carrera de Ingeniería Industrial cursando actualmente el séptimo semestre. 16030797@itcelaya.edu.mx

medio de mensajes, mejorar el estilo de vida de los estudiantes brindando mayor seguridad, sentido de pertenencia e identificación de las zonas de riesgo.

Tomando en cuenta los riesgos, objetivos y ventajas de la app antes mencionados sobre la problemática se evaluará a la hora de realizar el modelo canvas de negocios para verificar si es viable el lanzamiento de dicha app.

Descripción del Método

1. Identificación de la necesidad

De acuerdo a datos específicos de los últimos asaltos a los estudiantes del ITC, donde en el primer bimestre del semestre enero-junio 2019, se registraron en promedio 2 asaltos por semana, de los cuales algunos terminaron en agresiones con armas blancas. Se puede deducir que es completamente una realidad la inseguridad, a pesar de la vigilancia en las entradas principales de ambos campus, es muy posible un robo o secuestro. Dado que los horarios de los alumnos en ocasiones son hasta altas horas del día, ya sea por clases regulares o actividades extra, como lo son las deportivas, culturales, académicas o sociales, lo cual implica un aumento en el riesgo de sufrir algún acto delictivo. (TecNM en Celaya, 2019).

2. Estudio de aceptación

Con base en la necesidad detectada se plantea la creación de una aplicación que permita atacar el problema de la inseguridad que viven diariamente los alumnos del tecnológico nacional de México en Celaya. Por ello, se realiza una encuesta general al alumnado del mismo, para medir estadísticamente el alcance que tendría esta alternativa, los resultados se representan gráficamente a continuación:

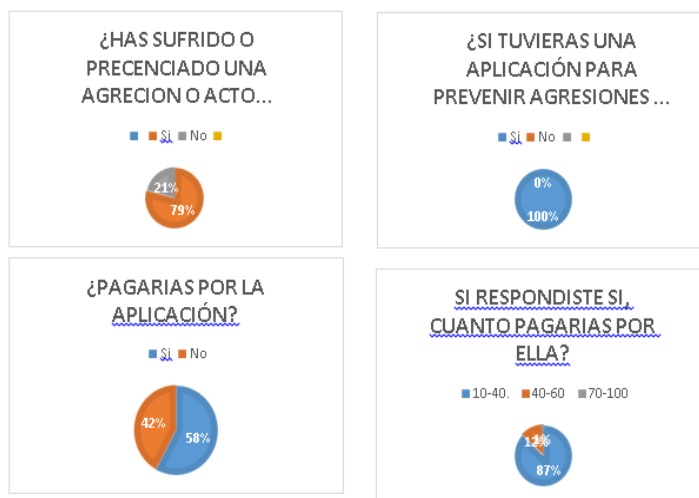


Ilustración 1: Resultados de Encuesta. Elaboración propia

1. Aplicación de Método

De acuerdo con la aplicación de encuestas se encuentra la necesidad en el mercado, a continuación, se realizará el estudio de factores con ayuda del modelo canvas de negocios, el cual es de suma importancia seguir el orden de llenado que se muestra en la ilustración 2, ya que esto permite un llenado más eficiente dado que se relaciona de mejor manera cada uno de los factores que se analizan. Además de contar con campos específicos que se deben de llenar con un orden especificado en la ilustración 2 como se muestra a continuación:

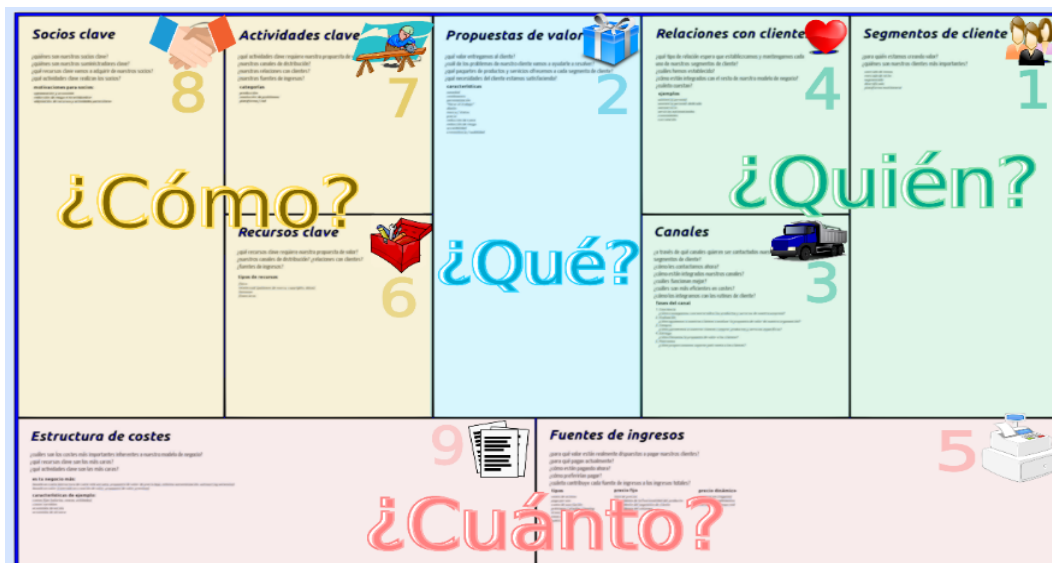


Ilustración 2: Lienzo modelo canvas

Paso 2 llevar a cabo el llenado

- Inicialmente se determina el segmento de cliente al que se dirigirá, es decir, determinar el mercado real y el mercado potencial que existe (Nantik Lum, 2017). En este caso el segmento de cliente al que se dirige son los alumnos del tecnológico nacional de México en Celaya.
- En segundo lugar, se determina la propuesta de valor. Su objetivo es solucionar los problemas de los clientes y satisfacer sus necesidades mediante propuestas de valor (Nantik Lum, 2017). Algunas de las propuestas de valor son:
 - ❖ Grupos de traslado estudiantes
 - ❖ Emitir alerta cuando el usuario se encuentra en una zona de peligro
 - ❖ Accesibilidad a horarios de servicio
 - ❖ Transmisión de audio, video y ubicación en tiempo real a contactos de confianza
 - ❖ Exclusividad
 - ❖ Alarma para llamar la atención en caso de peligro
 - ❖ Pertenencia
 - ❖ Botón de pánico que se activa con gestos dactilares.
- Los canales son los siguientes a llenar. Las propuestas de valor llegan a los clientes a través de canales de comunicación, distribución y venta (Nantik Lum, 2017). Algunos de los canales son:
 - ❖ Páginas web
 - ❖ Publicidad en redes sociales
 - ❖ Publicidad en páginas oficiales del TecNM
 - ❖ Aplicación móvil (Google Maps y PlayStore)
- Seguido de ello es la relación con los clientes. Es muy valioso saber cuánto te cuesta atraer o fidelizar a cada cliente (Nantik Lum, 2017). Esto es tan fácil como saber cuánto inviertes en cada canal de comunicación. Los puntos que se consideraron son los siguientes:
 - ❖ Poco uso de datos móviles
 - ❖ Poco espacio de almacenamiento
 - ❖ Interfaz sencilla
 - ❖ Asistencia personalizada
 - ❖ Estabilidad

- ❖ Personalización de funciones (Gestos y notificaciones)

- e) Fuentes de ingresos es el siguiente paso. Las fuentes de ingresos son de suma importancia, ya que se busca encontrar las formas de obtener utilidad del proyecto (Nantik Lum, 2017). Estas son:
 - ❖ Publicidad dentro de la App
 - ❖ Donaciones de Usuarios
 - ❖ Versiones Premium

- f) Recursos clave son los activos que se consideran más importantes para el mejor funcionamiento. Es importante identificarlos para saber qué es lo que hay que cuidar con mayor interés (Nantik Lum, 2017). La Identificación de estos recursos de acuerdo a la app son:
 - ❖ Servidor
 - ❖ Hardware
 - ❖ Lenguaje de programación
 - ❖ Soporte técnico

- g) Actividades clave son aquellas acciones que son necesarias para crear una propuesta de valor que seduzca a los clientes y así poder vender, fidelizar e ingresar dinero (Nantik Lum, 2017). Las acciones que se toman en cuenta para este caso son:
 - ❖ Programación
 - ❖ Realizar pruebas
 - ❖ Diseño de interfaz
 - ❖ Compra de licencia
 - ❖ Acuerdos con institución

- h) Los socios clave son aquellas personas, empresa u organizaciones que son de vital importancia para alcanzar la propuesta de valor (Nantik Lum, 2017). Los requeridos son:
 - ❖ TecNM en Celaya
 - ❖ Proveedores de internet
 - ❖ SO Android
 - ❖ Fabricantes de celulares
 - ❖ Programadores
 - ❖ Google
 - ❖ Play store

- i) La estructura de costos evalúa las condiciones en las que se tienen que hacer erogaciones por algún servicio o producto (Nantik Lum, 2017). Las consideras son:
 - ❖ Mantenimiento
 - ❖ Campaña publicitaria
 - ❖ Patente

La planificación debe ser la base para iniciar un proyecto de negocio, es aquí donde se plasma o donde se traza el horizonte hacia donde se quiere llegar, los negocios rentables lo son así porque previo a su ejecución, hubo un trabajo de planificación llevada a cabo por el administrador financiero apoyado por su equipo de trabajo, así como por otros Gerentes quienes están enfocados en los objetivos diseñados, cada uno trabajando en su propio plan pero alineado hacia el objetivo general de la organización, no olvidar que hacer un plan de negocio conlleva hacer un presupuesto, tener disponibilidad de recurso humano, recursos financieros, así como realizar un estudio de mercado.

1. Comentarios finales

Resumen de resultados

En el presente proyecto se analizó una de las situaciones que se presentan en la comunidad del Tecnológico Nacional de México en Celaya. Dentro del estudio se pudo determinar que la problemática es de suma importancia, ya que se han intentado algunas alternativas para prevenir los siniestros, con ellas se han logrado reducir. Sin embargo, actualmente siguen presentándose casos similares a los presentados en la problemática. Aquí la importancia de analizar objetivamente los factores que intervienen.

De acuerdo a las encuestas realizadas se llegó a la conclusión que la aplicación tendrá una gran aceptación ya que 79 % de la muestra tomada para el estudio ha sufrido algún tipo de siniestros y el 100% de existir la app la usarían, teniendo en cuenta que tiene opciones donde la comunidad estudiantil se pueda comunicar entre ella y así formar grupos de apoyo para trasladarse, es lo que las personas buscan ya que en su mayoría se trasladan en parejas puesto que el índice de seguridad es muy alto fuera de la institución.

Se logró el análisis puntual de los requerimientos que engloba la metodología del plan de negocios CANVAS, con lo cual hubo un acercamiento a cada una de las necesidades en particular que se deben cubrir en caso de dar inicio a un proyecto de tal magnitud, esto es un problema mundial y de no contemplar alguno de los factores determinantes llevaría al fracaso el presente proyecto, así como ha ocurrido con alternativas por parte del gobierno o empresas privadas.

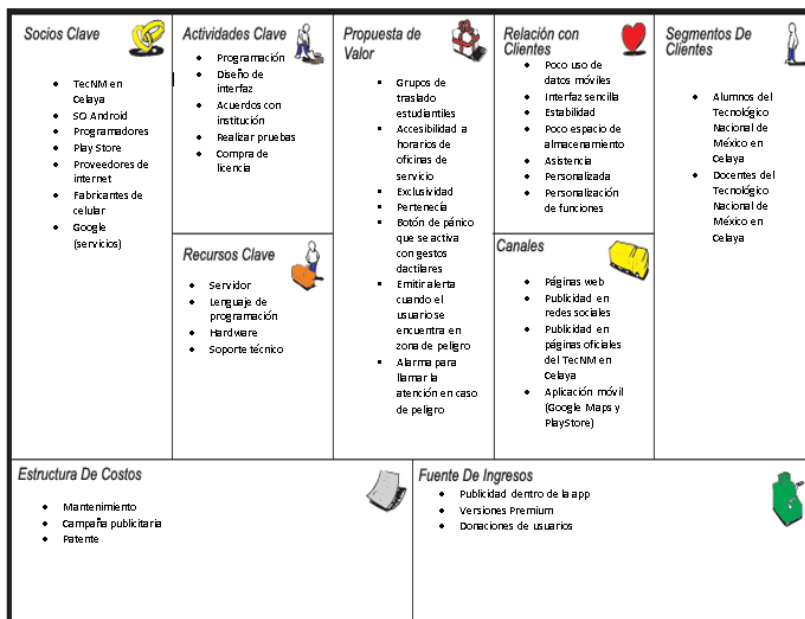


Ilustración 3: Aplicación de Modelo Canvas a "Walk Safe"

Recomendaciones

Se contempla a futuro contar con los servidores propios para no depender de servidores externos así se estaría dando mayor independencia a la app y solvencia ante cualquier circunstancia.

De igual manera se debe decidir cómo se llevará a cabo la asignación de acciones del proyecto ya que se contempla

si la app será totalmente del instituto o será dividido entre los desarrolladores y el TecNM en Celaya. Así como el registró de la patente para poder tener completo poder sobre los derechos y costos de patente.

De ser viable se recomienda compartir la app para instituciones cercanas que desean contar con esta innovación, no solo públicas al contrario buscar mercado con privadas también.

Por último, contemplar con ingresos de otros medios para tener un buen fondo para el sustento de la app, ya que en ocasiones las instituciones no asignan suficientes recursos para apoyar los proyectos.

Referencias

Fundación Nantik Lum. Mi modelo de negocio: lienzo y plan de empresa. (2017) España: Programa Avanza.

Villalpando, A. (17 de Junio de 2019). *Nexos*. Obtenido de <https://redaccion.nexos.com.mx/?p=10454> Wang, J. (7 de MAyo de 2013). *Entrepreneur*. Obtenido de <https://www.entrepreneur.com/article/265943>

Notas Biográficas

El **C. Jesus Vazquez Rivera** estudiante de la carrera de ingeniería industrial en Tecnológico Nacional de México en Celaya, cursando el séptimo semestre, participante como colaborador del evento Academia Journals 2018, 2019 y participante del Evento Nacional Estudiantil De Innovación Tecnológica 2018 y 2019.

M.G.A. María Aurelia Lugo Cázares es profesora en Tecnológico Nacional de México en Celaya desempeñándose en más específico en el Departamento de Ingeniería Industrial; maestra en gestión administrativa, 10 años de experiencia en la industria (logística, exportación e importación) sector logístico y transporte.

M.C Moises Tapia Esquivías es profesor y jefe de departamento en el Tecnológico Nacional de México en Celaya adscrito al departamento de Ingeniería Industrial, además de contar con los grados de Ingeniero Industrial en producción y maestría en ciencias en sistemas y calidad, cuenta con el reconocimiento de perfil deseable y es miembro del cuerpo académico “Optimización de procesos de manufactura y servicios” y reconocido miembro numerario de la academia nacional de ingeniería industrial.

El **C. José Antonio Durán Guerrero** estudiante de la carrera de ingeniería industrial en Tecnológico Nacional de México en Celaya, cursando el octavo semestre, participante de Movilidad Internacional PILA 2019.

El **C. José Andrés Galván Fajardo** estudiante de la carrera de ingeniería industrial en Tecnológico Nacional de México en Celaya, cursando el octavo semestre, participante en Academia Journals 2018.

El **C. Juan Carlos Muñoz Blanco** estudiante de la carrera de ingeniería industrial en Tecnológico Nacional de México en Celaya, cursando el octavo semestre, con cedula profesional como Tecnólogo en Comunicaciones Electrónicas, participante en el primer congreso Internacional de innovación.

El **C. Jesús Humberto Romero Luna** estudiante de la carrera de ingeniería industrial en Tecnológico Nacional de México en Celaya, cursando el séptimo semestre, participante de Evento Nacional Estudiantil De Innovación Tecnológica 2019 en Celaya Gto y actual presidente de Asociación Estudiantil de Ingeniería de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

Cuestionario Usado en la Investigación

- ¿Es viable crear una aplicación de seguridad para una institución educativa?
- ¿Cuáles son las características que debe tener una app de seguridad personal para una institución?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de una aplicación de seguridad personal?
- ¿Cómo se protegerá la información personal de los usuarios?

LA NEUROEDUCACIÓN EN LA PLANEACIÓN DIDÁCTICA PARA LA MEJORA DOCENTE

Vázquez Solórzano Sarai¹, Dr. Enrique Navarrete Sánchez²,
Dra. María del Carmen Farfán García³ y Dra. Guadalupe Miranda Bernal⁴

Resumen— En el presente artículo muestro parte del proceso que se está realizando para lograr una mejora en mi práctica docente, con base en el modelo de investigación-acción de Navarrete Sánchez & Farfán García (2016). En primer lugar, reflexioné acerca de mi labor docente para detectar las áreas de mejora, para ello se inició con la pregunta ¿cómo llegué a ser docente? para tener una mirada introspectiva de mi rol como docente, además realicé un análisis de videos de clase, diario de alumnos y diario del docente, pude detectar algunas problemáticas de la práctica docente las cuales son: planeación didáctica deficiente, falta de control de grupo y baja motivación. Para dar solución a estos problemas propongo utilizar el modelo MIND (Modelo de Intervención Neuro Didáctica) para realizar una planeación didáctica y así ir mejorando el control de grupo y la motivación.

Palabras clave—Práctica docente, neuroeducación, modelo MIND, planeación didáctica, investigación-acción.

Introducción

En este documento se presenta un avance de la aplicación del modelo de investigación-acción, en lo sucesivo I-A diseñado por Navarrete & Farfán, (2016), en éste, se realiza primero un análisis de la práctica docente, para este caso la práctica docente analizada fue la mía, el lugar de trabajo el Telebachillerato Comunitario Núm. 02 San Pedro la Hortaliza, en el municipio de Almoloya de Juárez, en un grupo de 25 alumnos de 2º semestre, en el área de Ciencias Experimentales.

Para detectar las áreas con problemática o con oportunidad de mejorar se utilizaron tres instrumentos: diario reflexivo del alumno, diario del docente y videos de clase, después de realizar el análisis pertinente de cada uno, detecté que existe una planeación didáctica deficiente, falta de control de grupo y baja motivación.

Tal como lo dice el modelo de I-A que se está aplicando, propongo un modelo de intervención educativa que surge a partir de una pregunta inclusiva y un supuesto de acción, en este caso se propone usar el Modelo de Intervención Neuro Didáctica MIND para mejorar o solucionar las problemáticas detectadas.

Descripción del Método

Modelo de investigación-acción.

Para empezar a definir lo que es la investigación-acción retomaré algunos conceptos de diversos autores citados en Navarrete & Farfán, (2016), en la Tabla 1. Diversos conceptos de Investigación-acción.

Tabla 1. Diversos conceptos de Investigación-acción.

Lewin (1946)

“una forma de cuestionamiento autorreflexivo, llevada a cabo por los propios participantes en determinadas ocasiones con la finalidad de mejorar la racionalidad y la justicia de situaciones de la propia práctica social educativa, con el objetivo también de mejorar el conocimiento de dicha práctica y sobre las situaciones en las que la acción se lleva a cabo”.

Moser (1978)

“el conocimiento práctico no es el objetivo de la investigación-acción sino el comienzo”

Bartolomé (1986)

Es un proceso de reflexión en el que investigación-acción y formación de los profesionales en ciencias sociales, acerca de su propia práctica, puede realizarse de manera individual o en equipo, con o sin un facilitador externo.

¹ Vázquez Solórzano Sarai. Estudiante de la Maestría en Práctica Docente en la Universidad Autónoma del Estado de México, México. Facultad de Ciencias de la Conducta. PNP 001181 sarivazquezsolorzano@gmail.com (autor correspondiente)

² Dr. Enrique Navarrete Sánchez. Profesor de Tiempo Completo (PTC) Facultad de Ciencias de la Conducta de la Universidad Autónoma del Estado de México, México enavarretes@gmail.com

³ La Dra. María del Carmen C. Farfán García Profesor de Tiempo Completo (PTC) Facultad de Ciencias de la Conducta de la Universidad Autónoma del Estado de México, México mcfarfang@uaemex.mx

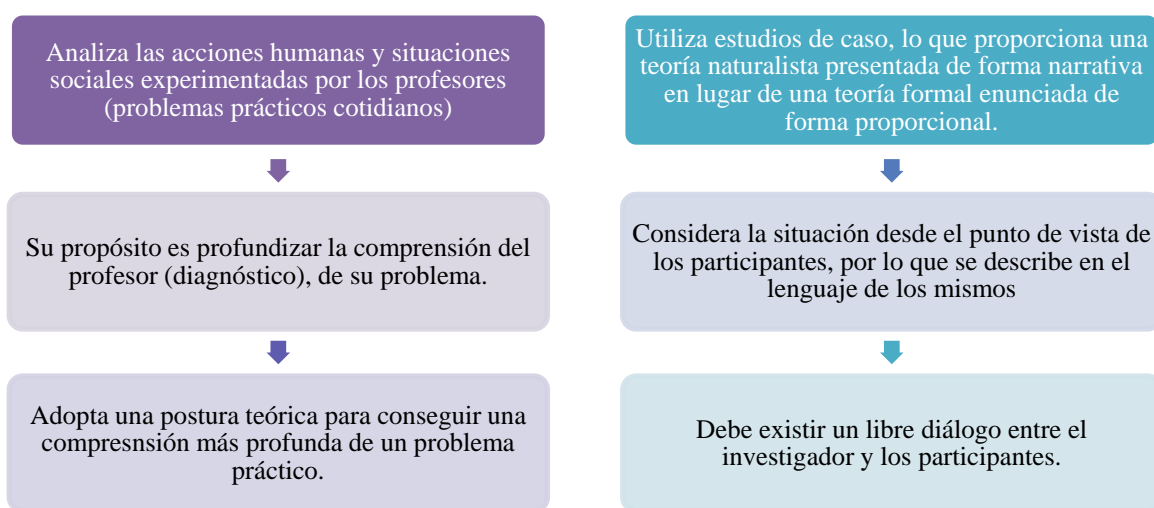
⁴ La Dra. Guadalupe Miranda Bernal Profesor de Tiempo Completo (PTC) Facultad de Ciencias de la Conducta de la Universidad Autónoma del Estado de México, México gmirandabernal@gmail.com

Kemmis (1989) Lo concibe como ciencia crítica ya que implica un proceso de autorreflexión, llevada a cabo por los participantes, sean docentes, alumnos o autoridades, con el objetivo de mejorar las prácticas sociales o educativas.

Elliot (1993) La define a partir del estudio de situaciones sociales con el propósito de mejorar la calidad de la acción dentro de éstas, la interpreta como la reflexión de acciones humanas y situaciones sociales vividas por los profesores, tienen como objetivo ampliar la comprensión o diagnóstico de los problemas prácticos de los docentes.

Como se observa, la investigación-acción es un proceso de autorreflexión e indagación sistemático que nos permite identificar las áreas en las que podemos hacer cambios para lograr mejoras. Es importante tener presentes las principales características de este modelo, estas se encuentran de manera general en el gráfico 1, basado en Elliot, (2010).

Gráfico 1. Principales características del Modelo de Investigación-acción.



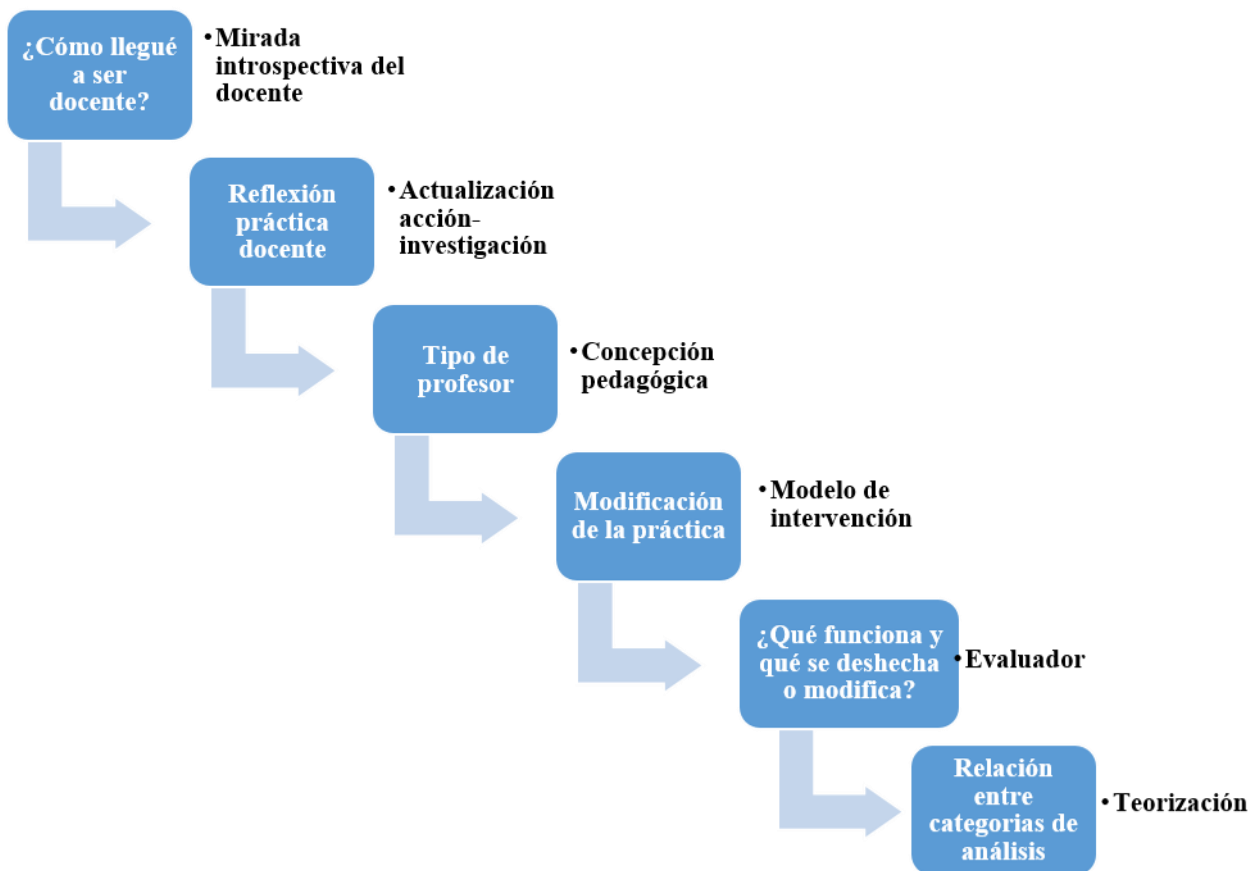
Como se puede observar en las características del modelo, el profesor es parte de la investigación, él está incluido en el objeto de estudio como el actor principal y en cada una de las etapas del desarrollo del modelo se ve involucrado y responsabilizado de llevar a cabo las acciones correspondientes. A continuación se mencionan de forma resumida las 5 acciones o etapas del modelo según Elliot (2005) citado en Navarrete & Farfán, (2016).

- 1.- Problematicación: es detectar las inconsistencias entre lo que se busca y lo que en realidad se está logrando.
- 2.- Diagnóstico: recopilación de información de las personas involucradas.
- 3.- Diseño de una propuesta de cambio: a través de una reflexión prospectiva, proponer cambios para lograr la mejora.
- 4.- Aplicación de la propuesta: se lleva a cabo la propuesta de acción, por las personas involucradas.
- 5.- Evaluación: las evaluaciones se realizan de manera continua durante y al final del proceso de investigación ya que pueden surgir cambios durante todo el proceso.

Modelo Navarrete, Farfán Labastida y Morales

Hablando ahora de manera específica del Modelo Navarrete *et al*, consultado en Navarrete & Farfán, (2016), que es el modelo que estoy trabajando para esta investigación, se presenta el gráfico 2 donde se incluyen todos los pasos a seguir en el modelo.

Gráfico 2. Modelo Navarrete, Farfán Labastida y Morales, (2016).



Cómo se observa en el gráfico 2, el modelo inicia con el ciclo que se denomina *la mirada introspectiva del docente*, en ello se reflexiona acerca de cómo se llegó a la docencia y se consideran 7 dimensiones:

- 1.- Dimensión personal (analizar el pasado, resignificar el presente y construir el futuro, enlazando esto con la vida profesional)
- 2.- Dimensión institucional (considera la manera en que la escuela influye en la práctica docente)
- 3.- Dimensión interpersonal (considera también las relaciones con alumnos, profesores, padres de familia, etc.)
- 4.- Dimensión social (condiciones heterogéneas de tipo cultural y socioeconómico del entorno)
- 5.- Dimensión didáctica (enseñanza e interacción de los alumnos con el saber)
- 6.- Dimensión valoral (valores)
- 7.- Relación pedagógica (síntesis de las dimensiones anteriores)

Al observar las dimensiones de esta etapa del modelo se puede decir que la reflexión personal que el docente hace lo lleva mucho más allá de pensar solo en él como profesionista, considera todo el entorno y contexto de la vida del docente.

En el segundo ciclo se espera que el docente se vea a sí mismo articulando la acción con la investigación, esto es que incorpore estrategias metodológicas como la observación participante, diarios reflexivos del docente y alumnos, videos de clase, en esta investigación solo se ocuparon estos tres instrumentos pero se pueden incluir más como entrevistas, cuestionarios y otros.

Como es de esperarse y que además es mencionado por Rosas (2003) citado en Navarrete & Farfán, (2016), el segundo ciclo tiene gran incidencia para el tercero, *la concepción pedagógica*, ya que el uso de las estrategias del ciclo 2 llevan al docente a verse como en realidad es, le permite apreciar su papel desde diversos ángulos y aspectos que desde la cotidianidad de su práctica no se tienen presentes, por lo tanto el docente es capaz de detectar las habilidades y prácticas propias que posee y que caracterizan su estilo de enseñanza, es decir, puede traer a la consciencia sus fortalezas y debilidades.

Para el ciclo 4 se elige una base teórica que va permitir llevar la verdadera transformación de la práctica docente, es donde se diseña un modelo de intervención que suponemos va modificarla, este modelo por supuesto que debe contener aspectos fundamentales tales como cuándo, dónde, cómo se va desarrollar, durante cuánto tiempo, pros y contras de cada etapa, objetivos del modelo, recursos con los que se cuenta, entre otros aspectos.

Como todo proceso que se aplica, el modelo de intervención diseñado para la modificación de la práctica, debe ser sometido a un ciclo de evaluación, el objetivo es analizar lo qué funciona y cambiar lo que no para conseguir así la mejora de la práctica docente.

Para el último ciclo, teorización, el docente con base en la evaluación puede plantear un nuevo modelo de intervención con las modificaciones pertinentes o puede iniciar nuevamente el proceso en otro aspecto de la práctica que no había considerado, este ciclo se puede considerar como la síntesis del modelo de investigación-acción.

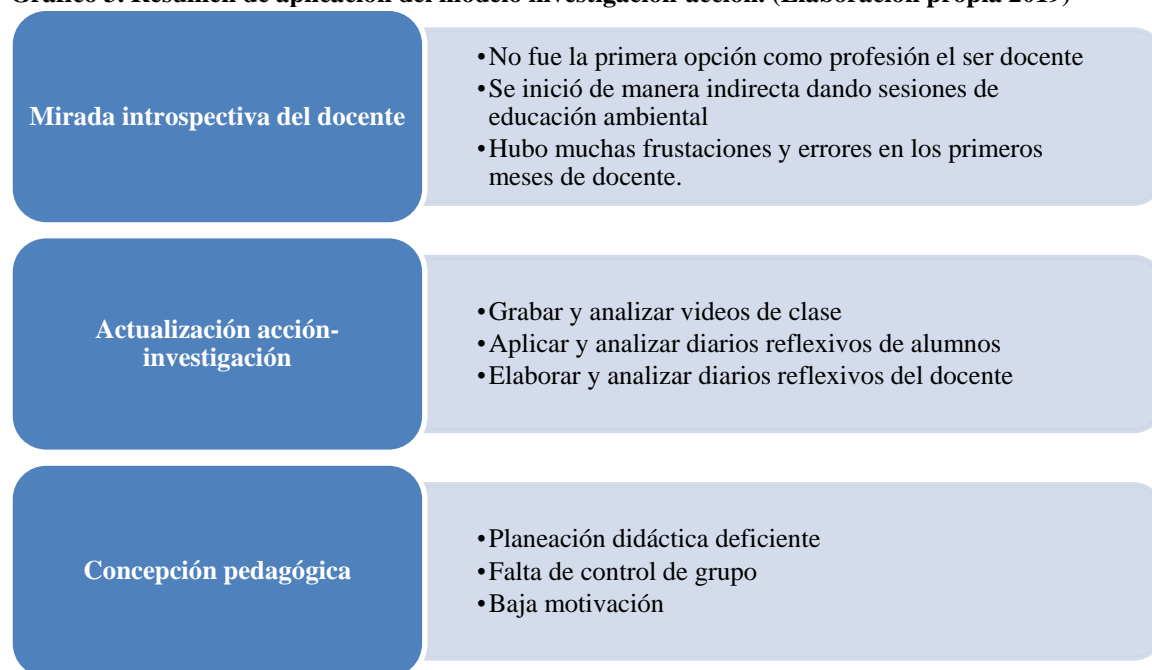
Como se observa el modelo de investigación-acción es un modelo en forma de espiral, es decir, que no tiene un final, ya que cada vez se puede iniciar un nuevo ciclo para modificar la práctica docente en otros aspectos que se vayan descubriendo que tienen deficiencias y así poder mejorarlas.

Modelo de Intervención Neuro Pedagógica MIND

Como se mencionó al principio de este artículo, aquí se presenta solo un avance de la aplicación del modelo de investigación-acción, actualmente se encuentra en el ciclo de modificación de la práctica, es decir la etapa dónde se diseña un modelo de intervención pedagógica que permita hacer cambios en la práctica docente.

En el gráfico 3 se presenta un resumen de los ciclos que ya se realizaron del modelo de investigación-acción y los resultados que hubo en cada uno de los ciclos.

Gráfico 3. Resumen de aplicación del modelo investigación-acción. (Elaboración propia 2019)



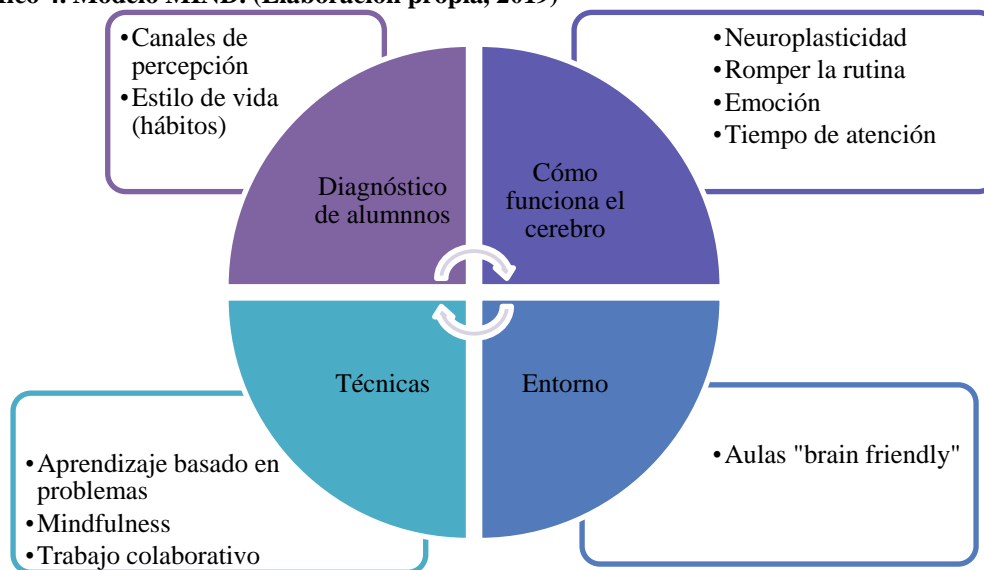
Los tres ciclos anteriores han servido como base para obtener información y así, para el ciclo 4 plantear la siguiente pregunta inclusiva: ¿Qué impacto tiene una planeación didáctica a partir del modelo MIND para crear un ambiente de enseñanza que fortalezca la motivación docente y de los alumnos para así lograr el desarrollo de competencias útiles en la vida cotidiana de los estudiantes?

La pregunta anterior dio como resultado el siguiente supuesto de acción: a partir de que realice la planeación y aplicación de secuencias didácticas basadas en el Modelo de Intervención Neuro Didáctico MIND estaré promoviendo un ambiente de enseñanza-aprendizaje óptimo para la motivación y el control del grupo durante mi práctica docente.

Por lo tanto a continuación se describe qué es y en qué consiste el modelo MIND que será la base para tomar acciones que modifican la práctica docente y así poder mejorar las tres problemáticas detectadas en los ciclos anteriores del modelo de investigación-acción.

El objetivo principal de este modelo es que se pueda realizar una planeación didáctica que permita crear un ambiente de enseñanza basado en el funcionamiento del cerebro, es decir que las actividades que se incluyan para cada clase, estén diseñadas de forma en la que el cerebro trabaja de manera más natural y eficiente. Para lograrlo el MIND considera los aspectos que se muestran en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Modelo MIND. (Elaboración propia, 2019)



El MIND propone realizar y aplicar la planeación didáctica considerando 3 fases: diagnóstico, planeación neurodidáctica, ejecución en clase.

La fase 1 Diagnóstico, utiliza dos instrumentos básicos que permiten conocer aspectos relevantes de los alumnos para poder desarrollar la siguiente fase de una manera que resulte eficiente, el primer instrumento es un cuestionario que se puede diseñar de manera específica para cada grupo de clases, allí se busca obtener información acerca de los hábitos de los estudiantes, preguntar aspectos como tipo de alimentación, si realiza ejercicio, qué tipo de ejercicio, si practica algún deporte, cuántas horas duerme, si acostumbra leer, cómo distribuye su tiempo libre, qué hace en ese tiempo, entre otros aspectos que cada docente considere necesario. El segundo instrumento es un test que nos va permitir saber cuáles son los canales de percepción de la información de los alumnos, para este caso propongo utilizar el modelo VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico), hay diversos test que se pueden aplicar, sugiero el desarrollado por Lynn O'Brien (1990) recuperado de <http://pnliafi.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/test-canal-de-aprendizaje-de-preferencia.pdf>, consultado el 25/09/2019, aplicar este test va mostrar, tal como lo dice (Ibarra González & Eccius Wellmann, 2014), que "los estudiantes se sienten más familiarizados con uno de estos canales de percepción, aunque serían capaces de utilizar, hasta cierto grado, todas las modalidades sensoriales en el aprendizaje" ya que estas se pueden ir desarrollando, pero para éste modelo es importante primero conocer qué canal tienen más desarrollado los estudiantes para a partir de eso diseñar sesiones de clase eficientes, que es parte de la fase 2.

Fase 2 planeación neurodidáctica: aunque en el MIND se consideran varios aspectos para incluir en la planeación, en esta primera etapa propongo utilizar solo 3, primero se debe tomar en cuenta los resultados de los instrumentos aplicados en la fase 1, es decir los canales de percepción que mayormente tienen nuestros alumnos para que las actividades de enseñanza aprendizaje planeadas vayan de acuerdo a ello y así poder ir generando neuroplasticidad en el cerebro de los alumnos al brindar la información desde los diversos canales. El segundo aspecto a considerarse es romper la rutina de la clase, según (Jensen, 2010) la atención constante durante clase resulta contraproducente ya que el cerebro necesita "atención interna" para poder procesar la información recibida y asimilarla, darle un significado, menciona además que la atención "externa" solo puede mantenerse en un nivel alto y constante por un periodo de 10 minutos, es por ello que en el modelo MIND sugiero considerar actividades que requieran atención centralizada de corta duración, combinadas con actividades de reflexión y atención interna, como juego o relajaciones, que permitan al alumno asimilar y dar significado a lo recibido durante el periodo de atención externa. Por último propongo utilizar el método de aprendizaje basado en problemas, que va permitir diseñar actividades con las características antes mencionadas, además según (Schunk, 2012) "el aprendizaje basado en problemas es útil para incrementar la

motivación de los escolares y fomentar el involucramiento emocional, que también puede crear redes nerviosas más extensas”.

La fase 3 del modelo es aplicar las actividades de la planeación hecha en la fase 2, para ello se propone considerar algunos aspectos del entorno, en el MIND lo llamo aulas brain friendly, estas son aulas con buena iluminación y ventilación, además como lo menciona (Jensen, 2010) “un entorno de aula enriquecido lleno de carteles, móviles, mapas, imágenes y organizadores gráficos será captado por la mayoría de los alumnos”

Comentarios Finales

Tal como se mencionó al inicio, el modelo de I-A aún se encuentra en proceso, el paso que sigue es realizar la aplicación del modelo MIND con el que voy a realizar cambios en mi práctica docente, para luego comparar los resultados obtenidos, con el supuesto de acción que se planteó, evaluar qué sí funcionó y qué se puede mejorar en el modelo para aminorar o solucionar las problemáticas detectadas, resaltando también que el modelo de I-A es una espiral sin fin, por lo que se puede iniciar un nuevo ciclo con otro supuesto de acción e incluso con un nuevo modelo de intervención pertinente al planteamiento y problemáticas que detectadas.

Referencias

- Elliot, J. (2010). *La investigación-acción*. España: Morata.
- Ibarra González, K. P., & Eccius Wellmann, C. C. (2014). Canales de aprendizaje y su vinculación con los resultados de un examen de ubicación de. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 16(1), 135-151.
- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea, S. A. de ediciones.
- Navarrete Sánchez, E., & Farfán García, M. (2016). *Investigación Acción. De la reflexión a la práctica educativa*. Toluca de Lerdo: Colofón.
- O'Brien, L. (07 de 2016). *pnliafi*. Obtenido de <http://pnliafi.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/test-canal-de-aprendizaje-de-preferencia.pdf>
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa* (Sexta edición ed.). México: Pearson.

USO DE SOFTWARE ENFOCADO A TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA GESTIÓN DE DOCUMENTOS EN OFICINAS (PAPERLESS)

M.T.I. Eduardo Vázquez Zayas¹, M.C. Francisco Vázquez Guzmán², M.C. Liliana Elena Olgún Gil³, Dra. Irene García Ortega⁴, Dr. Felipe Rodríguez Ramírez⁵, M.E. Saira Antonieta Vásquez Gamboa⁶, C. Luis Olivares Pacheco⁷.

Resumen—En aras de un futuro prometedor para las siguientes generaciones, se propone el desarrollo de un sistema gestor de documentos que permitirá administrar y agilizar las diversas tareas en las oficinas públicas y privadas, además de incluir medios de seguridad digital. Esta propuesta se presenta como un medio contundente en el proceso de sustentabilidad, ya que mediante un software computacional basado en “Tecnologías Verdes” se pretende disminuir el consumo excesivo de papel en la impresión de documentos, que se generan como consecuencia de los procedimientos administrativos.

Se busca generar una solución basada en el uso de Tecnologías de Información para sustituir la impresión de papel por documentos digitales y firma autógrafa por firma electrónica. Además, la solución propuesta permitirá controlar los documentos que se emitan, disminuyendo el riesgo de la pérdida de información.

Palabras clave—Paperless, sustentabilidad, digitalización, TIC.

Introducción

En los últimos años el medio ambiente se ha deteriorado peligrosamente, por lo que su protección ha cobrado gran importancia, se han creado organizaciones no gubernamentales que realizan investigaciones para detener la contaminación.

Los habitantes de este planeta debemos tomar conciencia sobre los desechos sólidos; si se clasifican y se tratan adecuadamente los materiales como materia orgánica, papel, cartón, plásticos, vidrios y metales se pueden volver a utilizar y servir como materia prima para fabricar nuevos materiales. El papel es un elemento de uso común que está presente en la vida diaria de las personas y que mal utilizado es un recurso agotable ya que proviene de la tala indiscriminada de árboles para poder satisfacer la demanda. Por lo tanto, hay que cuidarlo aplicando el reciclaje.

El Instituto Tecnológico de Tehuacán establece el compromiso para fomentar una cultura de cuidado del medio ambiente en el personal, estudiantes y/o partes interesadas al promover la comprensión e implementación de la sustentabilidad a través de la educación, por lo que se establece el sistema de gestión ambiental (SGA) conforme a la Norma ISO 14001:2015 (Tecnológico Nacional de México, 2018).

El software por desarrollar permitirá utilizar las tecnologías de la información para gestionar documentos que se utilizan en las oficinas, realizando un uso adecuado de los documentos y manipulándolos en forma digital, aplicando las Tecnologías Verdes.

Los beneficios de las Tecnologías de la Información deberán reflejarse en el mejoramiento y la reducción de los costos de transacción, por una parte, y en el aumento de la transparencia de las operaciones, por la otra.

¹ El M.T.I. Eduardo Vázquez Zayas es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla zayas91@gmail.com

² El M.C. Francisco Vázquez Guzmán es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla fvazquez@ittehuacan.edu.mx

³ La M.C. Liliana Elena Olgún Gil es Profesora de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla lolguing@gmail.com

⁴ La Dra. Irene García Ortega es Profesora de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla iris_garcia_o@hotmail.com

⁵ El Dr. Felipe Rodríguez Ramírez es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla felipe_rodriguez_ramirez@hotmail.com

⁶ La M.E. Saira Antonieta Vásquez Gamboa es Profesora de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla svgam@hotmail.com

⁷ El C. Luis Olivares Pacheco es alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla luisolivares0117@gmail.com

Descripción del Método

Marco Teórico

Tecnologías Verdes. La “Tecnología Verde” es una estrategia necesaria que muchas empresas están adoptando, no sólo para ahorrar dinero, sino para mitigar numerosos e irreversibles impactos medioambientales y sociales asociados con la producción y el desmesurado consumo energético. Entre las soluciones tecnológicas se encuentra el denominado “Paperless”; la cultura Paperless se orienta a que el papel desaparezca totalmente de los escritorios y se tenga todo archivado en servidores (Lejbowicz, s.f.).

Firma electrónica avanzada. Se entiende como aquella firma que, a través de un certificado digital emitido por una entidad de certificación acreditada, incorpora una serie de datos electrónicos que identifican y autentifican al firmante a través de la asignación de una llave pública y otra privada en base a los parámetros de la criptografía asimétrica o también conocida como de llave pública (Morales Sandoval, Díaz Pérez, & Domínguez Pérez, 2013).

Ingeniería de software. La ingeniería de software es la disciplina que estudia el desarrollo, la operación y el mantenimiento del software. Abarca desde el descubrimiento de las necesidades de los clientes y usuarios hasta la construcción, control de calidad y puesta en marcha; desde la administración de proyectos de desarrollo hasta el estudio de métodos de desarrollo (Pantaleo & Rinaudo, 2014).

UML (Unified Modeling Language). Lenguaje que está compuesto por un conjunto de diagramas agrupados por un metamodelo que ayuda a especificar y diseñar el software de sistemas; particularmente software orientado a objetos. Por muchos años fue el estándar de la comunidad informática, aunque después de 6 años de su primera versión fue adoptado como tal. Es un estándar abierto controlado por Object Management Group (OMG) (Pantaleo & Rinaudo, 2014).

MariaDB. Es uno de los servidores de bases de datos más populares del mundo. Los usuarios notables incluyen Wikipedia, WordPress.com y Google. Realizado por los desarrolladores originales de MySQL. Es rápido, escalable y robusto, con un rico ecosistema de motores de almacenamiento, complementos y muchas otras herramientas que lo hacen muy versátil para una amplia variedad de casos de uso. Está desarrollado como software de código abierto y como una base de datos relacional que proporciona una interfaz SQL (Structured Query Language) para acceder a los datos (About MariaDB, s.f.).

PHP. Acrónimo recursivo de *PHP: Hypertext Preprocessor*, es un lenguaje de código abierto especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML (Hypertext Markup Language). Su código es ejecutado en el servidor, generando HTML y lo envía al cliente (PHP: Prefacio - Manual, s.f.).

CodeIgniter. Framework para desarrollo de aplicaciones que crean sitios web utilizando PHP. Su objetivo es permitir desarrollar proyectos mucho más rápido desde cero, proporcionando un amplio conjunto de bibliotecas para las tareas comúnmente necesarias, así como una interfaz simple y una estructura lógica para acceder a estas bibliotecas (Bienvenido a CodeIgniter, s.f.).

Metodología

El propósito de este estudio es disminuir el consumo excesivo de papel en la impresión de documentos, que se generan como consecuencia de los procedimientos administrativos en oficinas públicas o privadas. Como instrumento de recolección se utilizaron entrevistas, encuestas y experiencia personal de algunos autores de este artículo, ya que en algún momento ocuparon puestos administrativos. El equipo de trabajo se apoyó en el método de investigación cualitativa.

Para el desarrollo del Sistema Gestor de Documentos, se utilizó el modelo incremental el cual combina elementos del modelo lineal secuencial, con la filosofía interactiva de construcción de prototipos, en una visión genérica el proceso se compone de análisis y diseño. En la etapa de análisis se implementó el lenguaje UML, el cual permitirá especificar, visualizar y construir los artefactos de software mediante diagramas de casos de uso. En la etapa de diseño se mostrará el modelo de base de datos. Para la codificación se utilizó el framework CodeIgniter y el lenguaje de programación PHP.

Análisis

Planteamiento del problema. El papel es uno de los materiales que más utilizamos en nuestro día a día para trabajar y llevar a cabo muchas de nuestras actividades en la oficina. Si bien muchas veces es indispensable su uso, existen una serie de consejos que pueden ayudar a reducir su consumo y la huella ecológica que esto representa. En el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán existen diferentes departamentos que emiten memorándums, oficios, órdenes de servicio, requisiciones y diversos documentos oficiales, los cuales en algunas situaciones son de un solo uso, se reciben, se leen y se destruyen. Para contextualizar, al año el departamento de Centro de Cómputo requisita 10 paquetes de 500 hojas, y 3 tóners al año, es decir una impresión de 1500 páginas por

tóner. Esto representa un desperdicio de papel que generalmente termina en la basura o reciclando el papel imprimiendo en el anverso (aunque no siempre es así).

La intención de esta investigación es demostrar que el uso apropiado y óptimo de las herramientas tecnológicas puede llevar a reducir en un gran porcentaje el consumo de papel en las oficinas, pero también hay que demostrar que es necesario trabajar en varios sentidos, es decir, es necesario optimizar las herramientas tecnológicas, pero también culturizar a la gente y adecuar los procesos de la entidad. La metodología definida para demostrar la hipótesis planteada contempla las siguientes fases:

Investigación Preliminar. Esta es una fase de identificación y documentación de los fines y cometidos de la organización, su estructura, su entorno legal y normativo, así como los factores críticos y debilidades en relación con la gestión de documentos de archivo. Para el desarrollo de esta etapa se consultaron diversas fuentes documentales, principalmente el manual de procesos y procedimientos de la entidad y se revisó el sistema de gestión de la calidad, además se hicieron entrevistas y se observó el funcionamiento de las oficinas.

Análisis de las actividades de la organización. El análisis de la organización permitió obtener una visión estructurada de las funciones, actividades y operaciones de la misma, posibilitó la definición de los tipos documentales producidos y el manejo que se realiza a cada uno de ellos. Adicional a lo anterior, se pudo determinar el consumo de papel de manera general, tanto cuantitativamente como cualitativamente, como punto de partida para la presentación de la propuesta que busca reducir tal consumo en un porcentaje significativo. Hubo un proceso de observación constante al manejo que se le daba tanto a la documentación que se produce al interior de la oficina como la que se recibe.

Definición de la estrategia de cero papel. Se definieron políticas de uso del correo electrónico, de impresión de documentos, uso de herramientas colaborativas y de uso de firmas digitales, entre otras. Dentro de la estrategia digital pensada y planteada se contempló la selección e implantación de una herramienta de software libre de gestión documental, como otro mecanismo útil para reducir el consumo de papel.

Diseño

En esta etapa se utilizaron herramientas tecnológicas de diseño para modelar el sistema en base a los requerimientos solicitados en la fase anterior. Se utilizaron los diagramas de caso de uso para representar el contexto del sistema en forma general y el modelo de base de datos como almacén de datos.

En el diagrama de casos de uso (Figura 1) se muestran a los 2 actores principales, el administrador y el usuario. Este último puede tener diferentes roles, como son secretario(a), jefe(a) de departamento, coordinador(a), etc. En relación con sus actividades, la diferencia entre el administrador y el usuario es que el primero realiza la configuración global del sistema que consiste en la conexión a la base de datos y la configuración de los parámetros de intercambio de información en PDF o XML. Y realizan en común las actividades de acceso login, crear, enviar, recibir y responder documentos.

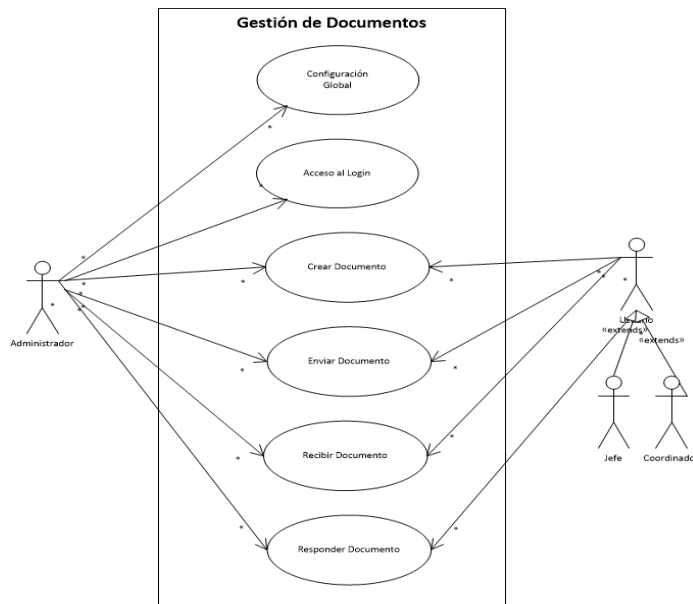


Figura 1 Diagrama de casos de uso general

En la Figura 2 se muestra el modelo de base de datos en donde se destaca la configuración de cada una de las tablas que conforman a la base de datos, es decir, sus atributos, campos llave y relaciones. Este diseño se utiliza para almacenar los documentos de forma digital, permitiendo el envío y recepción entre los diferentes actores en tiempo real.

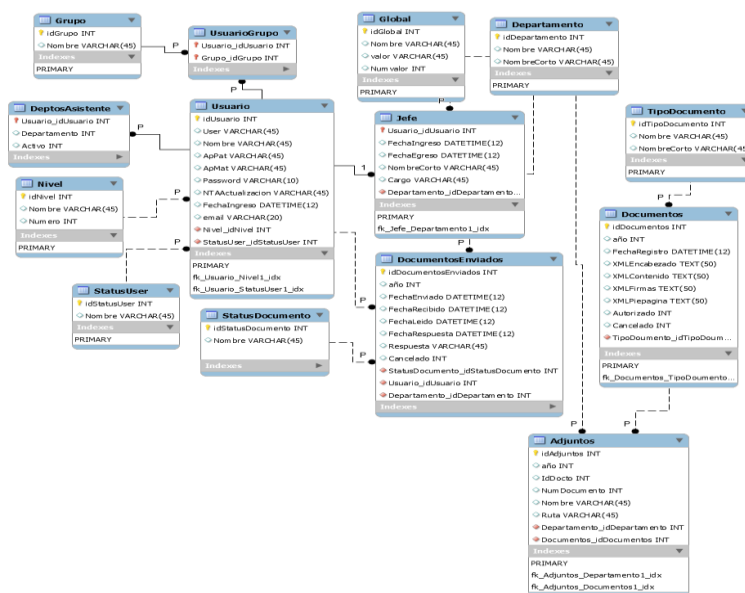


Figura 2 Modelo de base de datos

En la Figura 3 se muestra el diagrama de proceso de gestión de documentos entre los diferentes actores, en donde el emisor crea un documento (memorándum, oficio, etc.), y lo envía incluyendo la firma digital, apareciendo en la pantalla la notificación de envío al emisor. El receptor recibe el documento y al emisor le aparece la notificación de que este documento ya llegó al receptor. Al momento de leer dicho documento, en el emisor aparece el aviso de que el documento ya fue leído. De esta manera se permite un almacenamiento, control y seguridad en el envío y recepción de los documentos digitales.

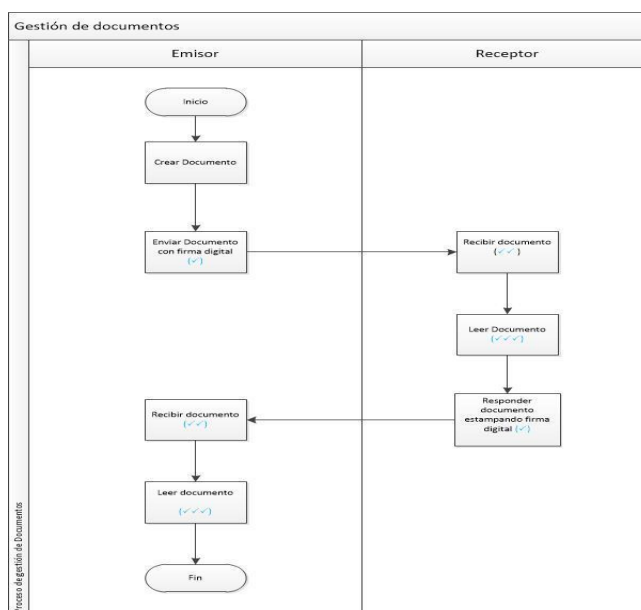


Figura 3 Proceso de Gestión de Documento

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se abordó la problemática del consumo e impresión de papel en oficinas o dependencias particulares o de gobierno. Específicamente, el estudio se enfocó al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Los resultados de la investigación incluyen el análisis de las entrevistas, así como la experiencia de las personas que realizaron esta propuesta. Si bien, este proyecto fue pensado para aplicarse en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, existe la posibilidad de que esta propuesta pueda adaptarse a cualquier campus del Tecnológico Nacional de México o dependencia u oficina de gobierno o particular.

Conclusiones

En la actualidad, sustituir un documento en papel por un documento digital es totalmente viable y necesario, así como preservar la naturaleza y eliminar costos innecesarios de impresión. Es por ello que resulta necesario reducir las impresiones en las oficinas públicas y privadas, debido a que un oficio es un documento que normalmente se archiva o desecha, sin mencionar las copias que se requieren. Los costos de impresión cada vez son más elevados e innecesarios. La ausencia de un sistema de este tipo fue lo que motivó desarrollar una propuesta que fuera fácil de manejar, con funciones similares a las aplicaciones para la comunicación de mensajes, pero considerando el envío, recepción y administración de documentos digitales en forma segura a través del uso de una firma digital.

El Sistema Gestor de Documentos intenta ser una opción ante la problemática anteriormente citada, puesto que se propone la emisión y control de documentos de oficina en un formato digital.

Recomendaciones

Realizar campañas de sensibilización que ayuden a la toma de conciencia sobre el beneficio de reducir el consumo e impresión de papel de oficina.

Se recomienda realizar cursos de capacitación a los jefes de departamento, secretarías, coordinadores y capturistas o cualquier otra persona involucrada en los procesos de consumo de papel, para implementar el sistema.

Una vez que se haya avanzado en la implementación de la estrategia digital aquí planteada, se recomienda el uso de otras herramientas colaborativas que ayuden a reducir notablemente el consumo de papel en la organización, como son herramientas para teleconferencia, espacios virtuales de trabajo, mensajería instantánea, etc. Dichas herramientas se definen y seleccionan teniendo en cuenta la cultura organizacional de la entidad.

Los investigadores interesados en continuar este proyecto podrían concentrarse en el flujo de los procesos y las rutas progresivas con el fin de aumentar la productividad. Existe abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a implementación de procesos de calidad, auditorías de procesos, elaboración de estadísticas e implementación de transporte de datos por XML, para contribuir en la disminución del consumo de papel.

Referencias

- About MariaDB*. (s.f.). Recuperado el 2 de septiembre de 2019, de <https://mariadb.org/about/>
- Bienvenido a CodeIgniter*. (s.f.). Recuperado el 2 de septiembre de 2019, de https://www.codeigniter.es/user_guide/
- Björermo, M., & Trninic, P. (2010). *Evaluation of web application frameworks*. 1st ed., Göteborg.
- Lejbowicz, A. (s.f.). *Tecnología de la Información, ¿tecnología verde?-ExpokNews*. Obtenido de <https://www.expoknews.com/tecnologia-verde/>
- Luján Castillo, J. D. (2016). *HTML5, CSS y Javascript - Crea tu web y apps con el estándar de desarrollo*. México: Alfaomega.
- Morales Sandoval, M., Díaz Pérez, A., & Domínguez Pérez, L. J. (2013). *Firma electrónica: concepto y requerimientos para su puesta en práctica*. Ciudad Victoria, Tamaulipas: CINVESTAV.
- Pantaleo, G., & Rinaudo, L. (2014). *Ingeniería de software*. Buenos Aires: Alfaomega.
- PHP: Prefacio - Manual*. (s.f.). Recuperado el 2 de septiembre de 2019, de <https://www.php.net/manual/es/preface.php>
- Santelices, R., & Nussbaum, M. (2001). *A framework for the development of videogames*. Soft. Pract. Exp.
- Schwarz, M. (2013). *Design and Analysis of Web Application Frameworks*. Arhus.
- Tecnológico Nacional de México. (26 de mayo de 2018). *Manual del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015*. Recuperado el 2 de septiembre de 2019, de Tecnológico Nacional de México:

https://www.tecnm.mx/images/areas/difusion0101/Difusion0101/2018/NOVIEMBRE/DOCUMENTOS/13_SISTEMA_DE_GESTI%C3%93N_AMBIENTAL_TecNM-GA-MA.pdf

Welling, L., & Thomson, L. (2001). *PHP and MySQL Web Development*. USA: Sams Publishing.

Notas Biográficas

El **M.T.I. Eduardo Vázquez Zayas** es Maestro en Tecnologías de la Información egresado de la Universidad Interamericana para el Desarrollo, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y jefe del departamento de sistemas y computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2016, miembro del cuerpo académico en TIC. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos indexados en México. Forma parte del equipo de desarrollo de software del Tecnológico Nacional de México.

El **M.C. Francisco Vázquez Guzmán** es Maestro en Ciencias de la Computación egresado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2016, miembro del cuerpo académico en TIC, jefe de proyectos docencia del departamento de sistemas y computación. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos en revistas indexadas en México. Forma parte del equipo de desarrollo de software del Tecnológico Nacional de México.

La **M.C. Liliana Elena Olguín Gil** es Maestra en Ciencias de la Computación egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2016, miembro del cuerpo académico en TIC, coordinadora de desarrollo de software en el centro de cómputo. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos en revistas indexadas en México. Forma parte del equipo de desarrollo de software del Tecnológico Nacional de México.

La **Dra. Irene García Ortega** es Doctora en Ciencias de la Educación egresada del Instituto de Estudios Superiores del Estado, en el estado de Puebla, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2015, miembro del cuerpo académico en Desarrollo de Proyectos de Software, jefa de proyectos de vinculación del departamento de sistemas y computación. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos en revistas indexadas en México.

El **Dr. Felipe Rodríguez Ramírez** es Doctor en Ciencias de la Educación egresado del Instituto de Estudios Superiores del Estado, en el estado de Puebla, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2015, miembro del cuerpo académico en Desarrollo de Proyectos de Software, jefe de proyectos de investigación del departamento de sistemas y computación. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos en revistas indexadas en México.

La **M.A. Saira Antonieta Vásquez Gamboa** es Maestra en Ciencias de la Educación egresada Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, docente de tiempo completo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, perfil deseable desde 2017, miembro del cuerpo académico en Desarrollo de Proyectos de Software, coordinadora de tutorías del departamento de sistemas y computación. Ha participado en proyectos de investigación financiada y ha publicado artículos en revistas indexadas en México.

El **C. Luis Olivares Pacheco** es estudiante y tesista de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán.

VALIDEZ DEL MODELO TEÓRICO DE LAS 4PS DE CAMBIOS RÁPIDOS

Yuridia Vega M.I.¹, Dr. Roberto Romero-López², M.C. José Luis Rodríguez Verduzco³, Dr. José Manuel Villegas Izaguirre⁴ y M.C. Manuel Javier Rosel Solís⁵

Resumen— Los retos de las organizaciones hoy en día, es aumentar la calidad, eficiencia y flexibilidad en sus procesos productivos, con el objetivo de ampliar y diversificar la oferta de productos y servicios que brindan al mercado. En este artículo se presenta la validación convergente y divergente del modelo conceptual de las 4Ps; compuesto de 4 factores críticos que son: Proceso, Producto, Personas y Práctica; que inciden en la implementación eficiente de las actividades de cambios rápidos de modelos. Se aplicó un instrumento, previamente validado, a 281 sujetos que participan en las actividades de cambios rápidos en la industria maquiladora de Baja California. Los resultados muestran calidad en el modelo teórico al cumplir con los índices de bondad y ajuste.

Palabras clave—Validez de modelo, modelo 4Ps, cambios rápidos, modelo teórico, factores críticos.

Introducción

Las actividades de cambios rápidos se pueden entender como el conjunto de actividades necesarias para establecer y/o ajustar elementos correctamente en el equipo de fabricación, con el fin de fabricar un nuevo producto con la calidad y velocidad de salida deseada (M. P. Reik, McIntosh, et al. 2006). El hacer más eficiente estas tareas permite disminuir los tiempos de cambio y a la vez incrementar la disponibilidad de la máquina y favorece a una producción flexible de alta mezcla y poco volumen, debido a que las intervenciones de cambios en los procesos son cortas (Mileham, A. R., Culley, S. J., McIntosh, R. I. and Owen 2002). En este sentido, se han desarrollado metodologías que aportan grandes beneficios para acortar los tiempos de cambio de manera efectiva para la instalación de la máquina, cambios de modelos y ajustes de las líneas de producción (Chen et al. 2017), por ejemplo, herramientas de manufactura esbelta, automatización de procesos, metodología DFC, reingeniería de proceso, entre otras. Pero pocas empresas analizan los factores y las variables que intervienen en el cambio para lograr mayor sostenibilidad de las mejoras en esta actividad. Fue Reik, quien en el año 2005, realizó un análisis de la metodología de cambios rápidos realzando la importancia de considerar los factores de diseño y factores organizacionales en el proceso de despliegue de esta metodología (MP Reik et al. 2005); y en el año 2006, publicó el modelo en el que identifica las 4p's (proceso, producto, procedimiento y persona) que afectan a las actividades de cambios rápidos como se aprecia en la Figura 1, así como un caso de aplicación enfocado al diseño de equipo y de fabricación flexible (M. P. Reik, McIntosh, et al. 2006; M. P. Reik, McIntosh, et al. 2006)(M. P. Reik, McIntosh, et al. 2006). En el año 2007 con apoyo del modelo antes mencionado, evalúa por separado los problemas del diseño del producto y del diseño del proceso de fabricación mediante estudios de casos, concluyendo el impacto positivo que éstos tienen (Michael Reik et al. 2007). Sin embargo, no muestra evidencia del impacto de cada una de las P's en dichas actividades de cambios rápidos, ni una relación de variables entre ellas, por lo que es necesario desarrollar un modelo predictivo que mida el efecto de cada una de variables que intervienen en las P's y su relación entre ellas.

Como trabajo previo a esta investigación, se diseñó y validó un instrumento de medición, el cual quedó estructurado con 79 ítems distribuidos en 5 dimensiones (actividades de cambios rápidos, proceso, producto, persona y práctica), a partir de una revisión de literatura y una operacionalización de variables, dicho instrumento fue sometido a una prueba de validación por expertos, donde se evaluó la relevancia de los ítems con una prueba de hipótesis de concordancia de Kendall, dando como resultado una relevancia total del instrumento del 94% y un valor P de 0.029, por lo que se aceptó la hipótesis de que existe un acuerdo significativo entre los expertos en relación con los ítems contenidos en el instrumento de medición de las 4Ps. Una segunda prueba consistió en aplicar el instrumento a 31

¹ La Mtra. Yuridia Vega, Profesor -Investigador de Tiempo Completo de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana Baja California, México. vegay@uabc.edu.mx

² El Dr. Roberto Romero López, Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez Chihuahua, México. romero@uacj.mx

³ M.C. José Luis Rodríguez Verduzco, Profesor -Investigador de Tiempo Completo de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana Baja California, México. jlrodriguez@uabc.edu.mx

⁴ Dr. José Manuel Villegas Izaguirre, Profesor -Investigador de Tiempo Completo de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana Baja California, México. villegas_josemanuel@uabc.edu.mx

⁵ M.C. Manuel Javier Rosel Solís, Profesor -Investigador de Tiempo Completo de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana Baja California, México. mrosel@uabc.edu.mx

sujetos para realizar una prueba de fiabilidad interna usando el estadístico alfa de Cronbach, dando como resultado un valor de 0.974 con los 79 ítems analizados. Con este resultado, se concluyó que el instrumento es consistente para medir las 4Ps de las actividades de cambio rápido. Gómez, et al., (2019), menciona que cuanto más cercano es el coeficiente de Cronbach a 1, más confiable es el instrumento, siendo aceptable mayor que 0.7 (Gómez del Pulgar García Madrid et al. 2019).



Figura 1. Las “4Ps” de cambios rápidos. Fuente (M. P. Reik et al., 2006)

En este trabajo se presentan los resultados de la validación del modelo de medida para medir la efectividad de las actividades de cambios rápidos en las industrias de manufactura de Baja California, que permite evaluar la confiabilidad y la validez de los constructos propuestos.

Materiales y Método

En esta investigación se utiliza un análisis factorial confirmatorio, a través de la técnica estadística multivariada de Modelo de Ecuaciones Estructurales (*Structural Equation Modeling, SEM*), que evalúa las relaciones de las variables dependientes y representa conceptos no observados (constructos) en estas relaciones, tomando en cuenta los errores de medida en las estimaciones (Escobedo et al. 2016). Se utiliza el modelo de medida, el cual representa las relaciones de las variables latentes con las variables indicadoras, con el objetivo de evaluar que las variables indicadoras seleccionadas miden correctamente al constructo (Cupani 2012).

Materiales

Se utilizó el software Analysis of Moment Structures (AMOS) versión 24, para el modelado y cálculo de los parámetros del modelo, así como el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25, para el análisis estadístico de la base de datos, con 281 casos, los cuales forman parte de los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario de cambios rápidos en la industria maquiladora en Baja California, donde el sujeto de estudio fue el personal involucrado en estas actividades de cambio en el proceso. Cupani (2012), recomienda un mínimo de 200 casos para cualquier caso de aplicación de Ecuaciones Estructurales.

Método

1. Se diseña el diagrama estructural o de sendero del modelo de medida en el software AMOS, el cual permitirá visualizar de manera grafica todos los elementos del modelo teórico y comprobar la identificación del modelo.

2. Se estiman las medidas para comprobar la calidad del modelo, las más recomendadas por la literatura se encuentran: la razón de chi-cuadrado sobre los grados de libertad (CMIN/DF), debiendo ser menor que 3, el índice de ajuste comparativo (CFI) y el índice de bondad de ajuste (GFI), que varían entre 0 y 1, donde el valor de 1, indican un ajuste perfecto, valores superiores a 0.9 sugieren un ajuste satisfactorio y 0.95 un ajuste óptimo, y el error residual cuadrático promedio de aproximación (RMSEA), donde valores por debajo de 0.05 se considera un buen ajuste, y por debajo de 0.08 un ajuste aceptable (Cupani 2012; Huerta Wong 2012).
3. Se estima la validez convergente y discriminante del modelo. La validez convergente mide la validación de los indicadores dentro de cada constructo. Esta validez se evalúa mediante la varianza extraída (AVE) y la fiabilidad compuesta del constructo (CR). Si el AVE es superior a 0.5 indica que los indicadores explican bien al constructo, y el CR debe ser mayor a 0.7. En caso de ser menor al valor puede deberse a las cargas individuales de los indicadores o bien que el tamaño de la muestra considerada no es suficiente aún (García 2011). La validez discriminante o divergente, prueba el grado en que los constructos difieren o no tienen relación, esto se hace por medio de la comparación entre la varianza compartida y la varianza extraída, para que exista validez discriminante la varianza compartida entre constructos debe ser menor que la varianza extraída para cada constructo individual (Martínez-García and Martínez-Caro 2009).
4. Se estiman las cargas factoriales de regresión de cada indicador, considerándose aceptables mayores a 0.7 y en caso de modelos complejos las cargas factoriales deben ser mayores a 0.5.

Resultados

1. Identificación del modelo

Mediante el diagrama de sendero, que se muestra en la Figura 2, se estimó que el modelo está sobre identificado con 2,992 grados de libertad y se contrasta la hipótesis nula de igualdad de matriz de covarianzas nula contra la reproducida, con un valor chi cuadrada de 5,978.1576 y un valor P de 0.0000, rechazando la hipótesis nula, por lo tanto, podemos asegurar estadísticamente que las matrices de covarianzas son diferentes.

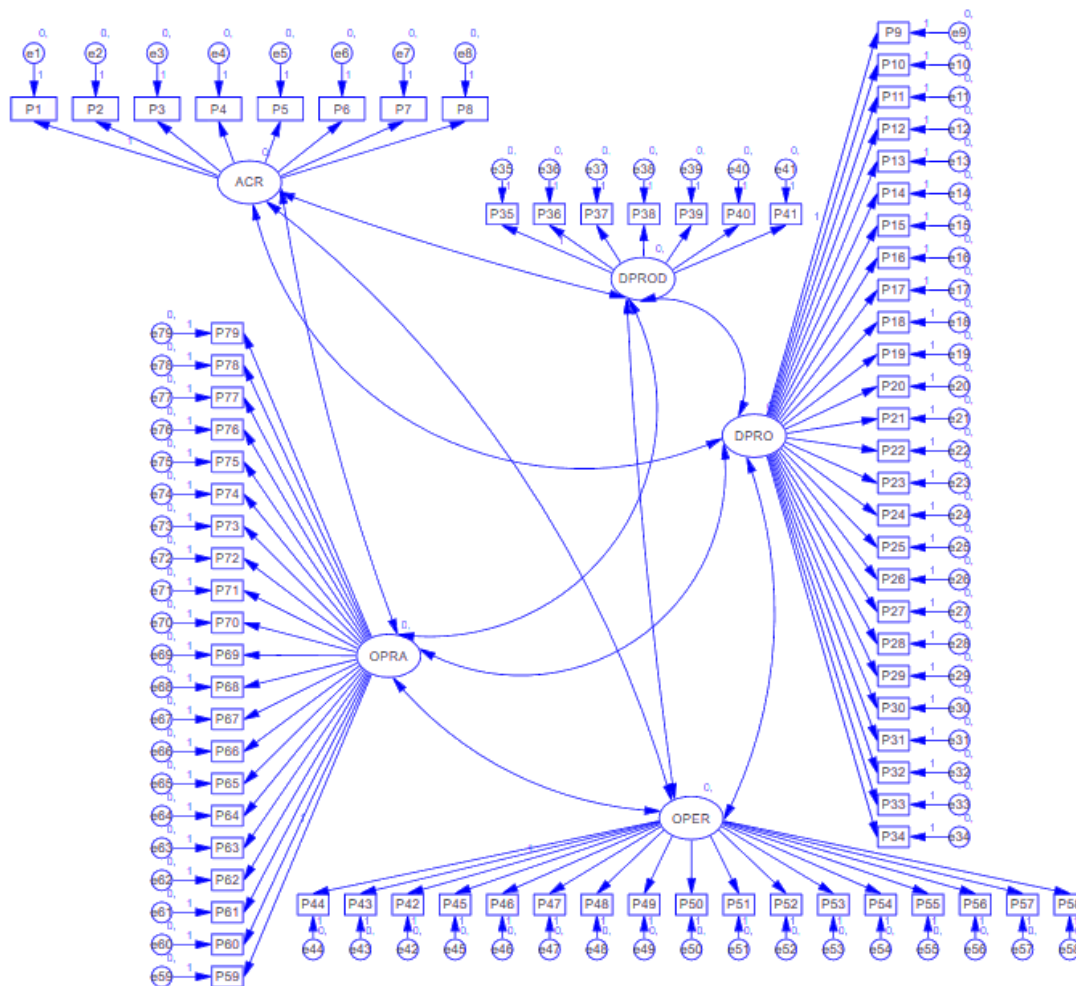


Figura 2. Diagrama del modelo de medida de los factores de las 4Ps de Cambios Rápidos

II. *Estimación de la calidad del modelo de medida*

En el Cuadro 1, se aprecia que los índices de ajuste absoluto se cumplen, por lo que el modelo global tiene un buen ajuste, respecto a los índices de ajuste comparativos tienen un ajuste moderado al ser menor de 0.90 y en el ajuste de parsimonia se muestra un resultado medio, lo que indica que en cierta medida los constructos se relacionan con la teoría que los sustenta (Cupani 2012; Escobedo et al. 2016; Huerta Wong 2012).

| Estadístico | Abreviatura | Criterio | Valor | Decisión |
|---|---------------------|-------------|----------|---------------------|
| Ajuste Absoluto | | | | |
| Chi cuadrada | X ² | p ≤ 0.05 | 0 | Aceptado |
| Razón Chi-cuadrado / grados de libertad | X ² / gl | Menor que 3 | 1.998 | Aceptado |
| Raíz del residual cuadrático promedio de aproximación | RMSEA | Menor 0.08 | 0.06219 | Aceptado |
| Ajuste Comparativo | | | | |
| Índice de bondad de ajuste comparativo | CFI | ≥ 0.90 | 0.718134 | Aceptación Moderada |
| Índice de Tucker -Lewis | TLI | ≥ 0.90 | 0.702307 | Aceptación Moderada |
| Ajuste Parsimonia | | | | |

| | | | | |
|------------------------------|------|-------------|---------|---------------------|
| NFI corregido por parsimonia | PCFI | Próximo a 1 | 0.67995 | Aceptación Moderada |
|------------------------------|------|-------------|---------|---------------------|

Cuadro 1. Índices de ajuste del modelo de medida

III. *Validez Convergente y Discriminante*

Se aprecia en el Cuadro 2 los valores de CR, por lo que existe fiabilidad de los constructos al superar el criterio de CR>0.7, sin embargo, el valor recomendable de AVE, mayor a 0.5 para que exista una validez convergente, está cercano a cumplirse. Por otra parte, existe validez discriminante en algunos constructos del modelo ya que los valores de la raíz cuadrada de la varianza extraída (AVE) son mayores que las correlaciones interconstructo al cuadrado. El software sugiere eliminar las preguntas 1, 10, 35, 57 y 76 para favorecer los índices de estas validaciones.

| | CR | AVE | ACR | Proceso | Producto | Persona | Práctica |
|----------|-------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ACR | 0.861 | 0.449 | 0.67 | | | | |
| Proceso | 0.912 | 0.293 | 0.776 | 0.541 | | | |
| Producto | 0.825 | 0.414 | 0.178 | 0.343 | 0.643 | | |
| Persona | 0.914 | 0.388 | 0.654 | 0.728 | 0.348 | 0.623 | |
| Práctica | 0.943 | 0.446 | 0.704 | 0.783 | 0.211 | 0.766 | 0.668 |

Cuadro 2. Índices CR y AVE por Constructo

IV. *Análisis de las cargas de los indicadores*

Se consideran cargas factoriales aceptables valores mayores a 0.5. En el Cuadro 3, se pueden observar los indicadores críticos en cada uno de los constructos, lo que advierte de ítems traslapados o que no quedaron claros para el encuestado.

| Indicador | Constructo | Carga factorial | Indicador | Constructo | Carga factorial |
|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|
| P1 | ACR | 0.393261 | P41 | PRODUCTO | 0.738225 |
| P2 | ACR | 0.440935 | P42 | PERSONA | 0.592392 |
| P3 | ACR | 0.667059 | P43 | PERSONA | 0.50698 |
| P4 | ACR | 0.676577 | P44 | PERSONA | 0.692201 |
| P5 | ACR | 0.772668 | P45 | PERSONA | 0.697342 |
| P6 | ACR | 0.760931 | P46 | PERSONA | 0.695463 |
| P7 | ACR | 0.761574 | P47 | PERSONA | 0.681488 |
| P8 | ACR | 0.762846 | P48 | PERSONA | 0.681311 |
| P9 | PROCESO | 0.643822 | P49 | PERSONA | 0.677136 |
| P10 | PROCESO | 0.350143 | P50 | PERSONA | 0.56464 |
| P11 | PROCESO | 0.469598 | P51 | PERSONA | 0.594005 |
| P12 | PROCESO | 0.548952 | P52 | PERSONA | 0.676258 |
| P13 | PROCESO | 0.604699 | P53 | PERSONA | 0.536477 |
| P14 | PROCESO | 0.358796 | P54 | PERSONA | 0.623278 |
| P15 | PROCESO | 0.547896 | P55 | PERSONA | 0.631625 |

| | | | | | |
|------------|----------|----------|-----|----------|----------|
| P16 | PROCESO | 0.638343 | P56 | PERSONA | 0.677678 |
| P17 | PROCESO | 0.66149 | P57 | PERSONA | 0.493637 |
| P18 | PROCESO | 0.627955 | P58 | PERSONA | 0.494536 |
| P19 | PROCESO | 0.466681 | P59 | PRACTICA | 0.644886 |
| P20 | PROCESO | 0.533955 | P60 | PRACTICA | 0.722958 |
| P21 | PROCESO | 0.542553 | P61 | PRACTICA | 0.690282 |
| P22 | PROCESO | 0.361416 | P62 | PRACTICA | 0.710189 |
| P23 | PROCESO | 0.415383 | P63 | PRACTICA | 0.573764 |
| P24 | PROCESO | 0.652301 | P64 | PRACTICA | 0.687658 |
| P25 | PROCESO | 0.558268 | P65 | PRACTICA | 0.767376 |
| P26 | PROCESO | 0.623462 | P66 | PRACTICA | 0.622265 |
| P27 | PROCESO | 0.473081 | P67 | PRACTICA | 0.698382 |
| P28 | PROCESO | 0.38324 | P68 | PRACTICA | 0.679989 |
| P29 | PROCESO | 0.633584 | P69 | PRACTICA | 0.782977 |
| P30 | PROCESO | 0.493517 | P70 | PRACTICA | 0.727323 |
| P31 | PROCESO | 0.646082 | P71 | PRACTICA | 0.736272 |
| P32 | PROCESO | 0.569863 | P72 | PRACTICA | 0.716992 |
| P33 | PROCESO | 0.586902 | P73 | PRACTICA | 0.706315 |
| P34 | PROCESO | 0.430938 | P74 | PRACTICA | 0.767853 |
| P35 | PRODUCTO | 0.334523 | P75 | PRACTICA | 0.690566 |
| P36 | PRODUCTO | 0.581645 | P76 | PRACTICA | 0.371079 |
| P37 | PRODUCTO | 0.666535 | P77 | PRACTICA | 0.561221 |
| P38 | PRODUCTO | 0.687672 | P78 | PRACTICA | 0.452027 |
| P39 | PRODUCTO | 0.612076 | P79 | PRACTICA | 0.551288 |
| P40 | PRODUCTO | 0.781537 | | | |

Cuadro 3. Cargas factoriales por indicador

Comentarios Finales

A partir de los resultados obtenidos en este modelo de medida podemos apreciar que el análisis de ecuaciones estructurales es una herramienta muy eficaz para la evaluación de relaciones de los modelos teóricos, resaltando en este avance de la investigación un diseño de modelo que cumple para evaluar la efectividad de actividades de cambios rápidos a través de los factores de Proceso, Producto, Persona y Practica, aunque resalta en el análisis convergente y discriminante la necesidad de revisar los indicadores de los constructos de Proceso y Persona como prioridad para lograr los índices exigidos por la literatura.

Recomendaciones

Se requiere ampliar el tamaño de muestra a mínimo 5 casos por indicador para favorecer los índices de Ajuste Comparativo y de Parsimonia, así como también analizar aquellos indicadores que tienen cargas factoriales por debajo de 0.5 con el fin de estudiar la posibilidad de hacer una rectificación del modelo basado en los índices de modificación y en la matriz residual de covarianza, esto favorecería a la validez convergente y discriminante.

Referencias

- Chen, Siyu, Shuhai Fan, Jiawei Xiong, and Wenqian Zhang. 2017. "The Design of JMP/SAP Based Six Sigma Management System and Its Application in SMED." *Procedia Engineering* 174: 416–24. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705817301613>.
- Cupani, Marcus. 2012. "Análisis de Ecuaciones Estructurales: Conceptos, Etapas de Desarrollo y Un Ejemplo de Aplicación." *Revista Tesis* 1(2): 186–99.
- Escobedo, M., J. Hernández, V Estebané, and G. Martínez. 2016. "Modelos de Ecuaciones Estructurales: Características, Fases, Construcción, Aplicación y Resultados." *Ciencia & trabajo* 18(55): 16–22. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492016000100004&Ing=en&nrm=iso&tIng=en.
- García, María Ángeles. 2011. "Análisis Causal Con Ecuaciones Estructurales De La Satisfacción Ciudadana Con Los Servicios Municipales." *Eio.Usc.Es*: 1–125. http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/proyectosfinmaster/proyecto_610.pdf.

- Gómez del Pulgar García Madrid, Mercedes et al. 2019. "Fiabilidad de Una Escala Para La Evaluación de Competencias Enfermeras: Estudio de Concordancia." *Educación Médica* (xx). <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1575181318303450>.
- Huerta Wong, Juan Enrique. 2012. "Modelos de Ecuaciones Estructurales Con AMOS." 31(1): 49.
- Martínez-García, José Antonio, and Laura Martínez-Caro. 2009. "La Validez Discriminante Como Criterio de Evaluación de Escalas: ¿Teoría o Estadística?" *Universitas Psychologica* 8(1): 27–36.
- Mileham, A. R., Culley, S. J., McIntosh, R. I. and Owen, G. W. 2002. "The Development of a Design for Changeover Methodology." In *In: International Forum on DFMA, 2002-01-01*.
- Reik, M P, R I McIntosh, et al. 2006. "A Formal Design for Changeover Methodology. Part 1: Theory and Background." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 220: 1225–35.
- Reik, M P, R I McIntosh, et al. 2006. "A Formal Design for Changeover Methodology. Part 2: Theory and Background." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 220(8): 1225–35. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-34247171749&partnerID=tZOtx3y1>.
- Reik, Michael et al. 2007. "Integrating Product and Manufacturing Systems Design to Minimise Changeover Losses." In *International Conference on Engineering Design, ICED'07*, , 1–9. <http://opus.bath.ac.uk/1551/>.
- Reik, MP et al. 2005. "The Development of a Systematic Design for Changeover Methodology Reik." *International Conference on Engineering Design, ICED'05* (2005): 1–26.

Notas Biográficas

La **M.I. Yuridia Vega** es egresada de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate. Realizó su Maestría en la misma institución en el área de Ingeniería en la especialidad Producción-Calidad. Cuenta con experiencia en la aplicación de metodologías de calidad, aseguramiento de la calidad y mejora de procesos. Cuenta con proyectos y publicaciones enfocadas a la mejora continua de procesos productivos. Cuenta con el reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por la Secretaría de Educación Pública y nombramiento como Profesor Investigador otorgado por la UABC. Ha presentado varios trabajos en congresos de carácter nacional e Internacional. Actualmente estudia el Doctorado en Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

El **Dr. Roberto Romero López** es Ingeniero Industrial Mecánico por el Instituto Tecnológico de Veracruz. Realizó la Maestría en Ingeniería Industrial con especialidad en Sistemas de Calidad en el Instituto Tecnológico de Orizaba y es Doctor en Ciencias de la Administración por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es Coordinador del Programa de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y miembro del Cuerpo Académico de Calidad y Optimización.

El **M.C. José Luis Rodríguez** es Ingeniero en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Sonora con Maestría en Ciencias en Sistemas Digitales por el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con amplia experiencia en el área de Instrumentación y Control. Tiene el nombramiento como Profesor Investigador otorgado por la UABC. Ha realizado estancias en empresas desarrollando proyectos de automatización. Ha presentado trabajos en congresos internacionales y nacionales referentes a las áreas de Control, Desarrollo de Software Industrial y Didáctico.

El **M.C. Manuel Javier Rosel Solís** es egresado de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora, con Maestría en Ciencias en Diseño y Procesos de Manufactura en CETYS Universidad. Cuenta con experiencia en las áreas de Diseño y Manufactura. Ha realizado proyectos y publicaciones enfocadas a la mejora continua de procesos productivos. Cuenta con el reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por la Secretaría de Educación Pública y nombramiento como Profesor Investigador otorgado por la UABC. Ha presentado varios trabajos en congresos de carácter nacional. Actualmente estudia el Doctorado en Tecnología en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE PORCINA DE PRIMERA CALIDAD EN CELAYA, GUANAJUATO

Ing. José Alfonso Vega Cervantes¹, Dr. Daniel Hernández Soto²,
Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo³ y MGA Alicia Casique Guerrero⁴

Resumen—La producción de carne tradicional para su consumo en la ciudad de Celaya, Guanajuato actualmente se desarrolla bajo condiciones que afectan la consistencia y la estructura bioquímica de la carne debido principalmente al estrés en el que los animales crecen en las granjas y al dolor provocado por los métodos tradicionales de sacrificio en los rastros convencionales. Es por ello que el presente trabajo analiza los diferentes métodos tecnificados y semitecnificados para la crianza, así como el sacrificio en las mejores condiciones que eviten el estrés de los cerdos, con el objeto de implementarlos en la empresa ganadera y mejorar la calidad de la carne para consumo humano.

Palabras clave—carne, producción, tecnificación, calidad.

Introducción

En México la carne de cerdo ocupa el tercer lugar en la producción nacional después de la carne de pollo y bovino; el inventario nacional de porcinos durante el año 2016 fue de 16,793,865 cabezas; en 2017 se observó un aumento 17,465,005 cabezas, lo que presentó un incremento del 3.82% en relación con el 2016 (FAO, 2019). Consultando la base de datos de SADER (2019) entre los principales estados productores de cerdo se encuentran Jalisco con una producción de 301,147 toneladas seguido de Sonora con 261,756 toneladas; ambos estados aportan el 39.04% de la producción nacional, en tercer lugar se encuentra Puebla con el 11.48%, seguido de Yucatán con 9.63%, Veracruz 8.99% y Guanajuato con el 7.87% como los estados mejor catalogados en cuanto a producción. Si se sigue la tendencia con los datos proporcionados con anterioridad se puede corroborar que México se encuentra a la alza en relación al consumo de dicha carne.

Sin embargo surge una problemática habitual, ya que acorde a datos proporcionados por Senasica (2011) estipulan que una gran parte de granjas en México carecen de estándares de calidad, no tienen subdivisiones acorde al peso del animal, su alimentación es desbalanceada y la inversión por parte de los porcicultores es mínima incluso para desparasitarlos; siguiendo el mismo contexto el INIFAP (2013) establece que en la actualidad la carne que se ofrece para consumo humano proviene fundamentalmente de los rastros municipales donde el proceso de matanza compromete el bienestar de los animales, pues conlleva una serie de manejos a los que el animal no está acostumbrado, es decir, inicia en la granja juntando a los cerdos para su posterior embarque, transporte, desembarque, estancia en los corrales de descanso, conducción al cajón de aturdimiento, el aturdimiento y finalmente, su desangrado. Dando importancia al proceso mencionado el Servicio Nacional de Salud Animal (2010) determina que luego de los seis meses invertidos en desarrollar un cerdo en una granja, existe un lapso de tiempo muy breve normalmente de menos de 36 horas en los que dependiendo de la aptitud y profesionalismo con que se realicen las actividades, será la calidad de la carne de cerdo que se produzca independientemente de todos los cuidados y atenciones que se hayan tenido durante meses para producir un animal de alta calidad, las deficiencias y errores que sucedan dentro de las últimas horas de vida de un cerdo, pueden repercutir en forma importante en la cadena de producción, incrementando las pérdidas y mermando la calidad en cuestiones bioquímicas afectando el nivel de glucógeno, pH y ácido láctico, lo cual nos da como producto final dos tipos de carne (PSE y DFD) las cuales presentan severas consecuencias principalmente para la salud humana (García, 2014).

Con lo descrito con anterioridad el objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar una propuesta para determinar las características que debe de tener una empresa dedicada a la crianza, producción, sacrificio y venta de carne porcina en condiciones óptimas para consumo humano en Celaya, Guanajuato.

¹ Ing. José Alfonso Vega Cervantes es estudiante de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. vega.alf@hotmail.com (autor correspondiente).

² El Dr. Daniel Hernández Soto es Profesor de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx.

³ La Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. alma.alejos@itcelaya.edu.mx.

⁴ La MGA Alicia Casique Guerrero es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. alicia.casique@itcelaya.edu.mx.

Descripción del Método

Revisión bibliográfica

En la presente investigación se desarrolló una búsqueda de información general sobre las condiciones en las que se desarrolla la crianza y el sacrificio de cerdos en condiciones óptimas para la obtención de carne de alta calidad. También se encontró información sobre las repercusiones de los métodos bajo los cuáles se realiza la crianza y el sacrificio del animal en condiciones tradicionales. Esto con el objeto de analizar el deterioro de la carne para consumo humano producto de este manejo; y con ello identificar las oportunidades para mejorar la calidad de la carne modificando las condiciones tanto de crianza como de sacrificio a los largo de toda la cadena de suministro.

Descripción de condiciones

También se muestra una descripción completa de los procesos necesarios para llevar a cabo la producción de carne con un nivel de calidad superior al tradicional. El análisis de esta información permitirá desarrollar procedimientos que den como resultado animales sin estrés, es decir, que la carne conserve los niveles de glucógeno y pH para conservar las propiedades organolépticas. De esta forma se garantizará que el deterioro de la carne se reduzca considerablemente proporcionándole características de consistencia idónea.

Propósito de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene como propósito desarrollar las bases para la creación de una empresa ganadera que realice prácticas idóneas de crianza de cerdos, sacrificio sin estrés y manejo de carne en condiciones óptimas de inocuidad. Es decir, que lo que se busca es proporcionar los elementos necesarios para que la producción de los animales se realice en las mejores condiciones y con ello, la calidad de la carne resultante sea la mejor.

Producción de carne de cerdo

De acuerdo a Montero (2015) para esclarecer el establecimiento de una granja, se tiene que definir en qué sistema o modelo de producción va a operar, estos son: tecnificado, semitecnificado y artesanal. El sistema tecnificado como su nombre lo indica está basado en maquinaria y equipo específicos sofisticados en cada área de la granja, para cumplir con altos estándares en cuestión de manejo sanitario, nutrición y genética animal; por otro lado el sistema semitecnificado utiliza algunos equipos que para la granja son determinantes pero sus recursos económicos son limitados y carecen de amplitud, las regulaciones sanitarias no tienen una estructura propia y solo se lleva un control por edad, la genética de los animales es diversa y la inseminación artificial es utilizada ocasionalmente. Su alimento en la mayoría de las veces es adquirido en bulto ya que se niegan a invertir en equipo para formular el suyo, por último el sistema de traspatio es el que se da en la mayoría de las zonas rurales, el principal problema radica en que no pueden usar tecnología ya que es poco adaptable acorde al tamaño de la empresa e insostenible financieramente, este tipo de granjas se caracterizan por una producción meramente artesanal.

Braña (2011) comenta que hay puntos críticos de control en la granja y que son aplicables a cualquier modelo de producción los cuales fueron mencionados con anterioridad, delimita que los resultados de calidad que se logran en la producción de carne de cerdo, son consecuencia de avances por la selección genética, la alimentación y el manejo de los cerdos en la granja (siendo esta fundamental para evitar el estrés) y en lo cual se basará esta investigación. A continuación se describen dichos puntos relevantes mostrando el impacto que tendrán en la crianza del animal y los cuales fomentarán un crecimiento óptimo para alcanzar los objetivos esperados en este trabajo.

Manejo en el parto y parto.

Acorde a lo descrito por SENA (2005), Johan y Koeslag (2006), SEDESOL (2008) el parto tiene como objetivo preparar a la cerda para el momento del parto, empezando por el corral, el cual debe de ser lavado y desinfectado. Posterior a ello se debe aplicar a la cerda un desparasitante externo a base de ivermectinas o cambendazol, también se debe laxar a la cerda con salvado de trigo o melaza realizando una mezcla con el alimento, la ración del laxante es: salvado de trigo 200 g en 2 kg de alimento agregando 90 g de melaza al final (todo esto se debe hacer de 3 a 8 días antes del parto); se tiene que tener una área específica para la llegada de los lechones controlando la temperatura, humedad y evitar a toda costa corrientes de aire.

Por otro lado el manejo durante el parto tiene como objetivo principal lograr que la cerda tenga la mayor cantidad de lechones vivos y que estos sobrevivan las primeras horas después de su nacimiento basados en el siguiente procedimiento. Primero se deben eliminar envolturas fetales, principalmente de la nariz y boca, mientras se hace esto se tiene que frotar al lechón para evitar que pierda calor ya sea con periódico o con un trapo limpio; en segundo lugar es acercarlo a una fuente de calor como un foco de 150 watts de luz concentrada a 40 cm del piso, procediendo a ligar, cortar y desinfectar el cordón umbilical, con una distancia de 3 a 4 cm de la base del vientre. El material para ligar se recomienda que sea hilo de algodón previamente desinfectado (UAF, 2011); y como último paso es necesario poner a los lechones a tomar calostro, ya que en esta etapa se encuentren débiles o pequeños se les puede suministrar calostro obtenido de su madre directamente con una jeringa vía oral en una cantidad de 5 ml por toma (Buxadé, 2006).

Manejo durante la lactancia.

Ante todo es necesario brindar un ambiente satisfactorio a la madre y a los lechones; bajar gradualmente la temperatura ambiente en el nido o en la lechonera en caso de que ésta se emplee, la temperatura es acorde a las semanas, para la primera (30 – 32 °C), segunda (28 – 30 °C), tercera (26 – 28 °C) y por último la cuarta (24 – 26 °C). Durante esta etapa es importante asegurar que la cerda tenga alimento suficiente y agua a libre acceso con el fin de mantener la producción de leche (Buxadé, 2006; Secretaría de Agricultura y Pesca del Valle de Cauca, 2007). Posteriormente se deben realizar únicamente los manejos mínimos al lechón, el más importante es la aplicación de hierro en una dosis de 200 mg o dos ml (en productos que vienen a una concentración de 100 mg por ml) por vía inyectable intramuscular en la tabla del cuello (atrás de la oreja) al tercer día de nacidos, ya que las reservas de este mineral en el lechón son bajas, y la cantidad presente en la leche materna es insuficiente (Brown et al., 1996).

Manejo durante la etapa de destete y engorda

En esta etapa se tiene como objetivo reducir o evitar el índice de morbilidad, y el índice de mortalidad; en este lapso los animales se encuentran muy susceptibles, ya que se les ha separado de su madre y se les llevó a un ambiente desconocido con nuevos compañeros lo que es causa de estrés en los cerdos y puede predisponerlos a enfermedades, por esta razón hay que brindarles un ambiente confortable y satisfacer sus necesidades, esta etapa comprende desde la semana cuatro de vida hasta la semana diez, cuando los cerdos alcanzan un peso promedio de entre 25 y 30 kg. (Johnson et al., 2001; Hötzel et al., 2004; Secretaría de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca, 2007; UAF, 2011).

Algunas de las actividades con mayor importancia en esta área son las que a continuación se describen limpieza diaria de corrales (Lesur, 2008); revisar que los comederos siempre tengan alimento y los bebederos funcionen correctamente (SENA, 2005); colocar un comedero con bocas suficientes para que los lechones coman al mismo tiempo, de este manera se podrán reducir las peleas por el consumo; y como último paso vigilar el estado de salud de los animales, que consiste en dar dos rondas diarias en el área de corrales y observar su comportamiento. En algunas granjas se realiza el método del graneo, que consiste en lanzar un puño de granos al corral, los animales por curiosidad se levantarán a olfatear y a comer, y los que no respondan a esta motivación se sospecha que no se encuentran en un estado de salud óptimo, seguramente porque presentan alguna anomalía por lo que se deben de atender de inmediato (UAF, 2011). Los cuidados antes mencionados se llevan a cabo también durante la etapa de engorda, solo se añade que se tiene que calcular el espacio por animal acorde a su peso de salida para que no sufra daños o contusiones y se tienen que evitar corrientes bruscas de aire, lo que se puede hacer colocando cortinas de costal, plástico u lona. (Buxadé, 2006); dicha etapa en granjas tiene una duración promedio de 18 semanas, de la semana 16 a la 26, los cerdos alcanzan un peso de salida de entre 90 y 110kg.

Alternativas para la alimentación del cerdo.

La alimentación de los cerdos representa más del 75% de los costos de producción, el maíz y la pasta de soya son los principales ingredientes empleados en la formulación de dietas para cerdos; su empleo, sin embargo depende de manera sustancial de su costo, es por ello que llegan a sustituirse por sorgo (en el caso del maíz) y harinas de pescado, carne y hueso (en sustitución de las pastas de soya) (SNIIM, 2012). Sin embargo existen ingredientes alternativos con potencial nutricional y alcance económico favorable que pueden emplearse en la alimentación del cerdo, en general, son subproductos como cereales menores (cebada, avena, arroz); residuos de panadería (harinas de trigo, pastas de trigo, frituras de maíz, frituras de papa y cereales en hojuelas) (Narayanan et al., 2009); granos secos de destilería (son subproductos que se tienen a través de la fermentación de granos como maíz, sorgo y trigo provocando una variabilidad en el aporte nutricional del subproducto) (Padersen et al., 2007); tubérculos (camote, papa, yuca, macrofitas que corresponden a plantas acuáticas flotantes) (CONAPA, 2012; Hurtado, 2006; Barcena, 2008); cascara y raíz de garbanzo; y por último la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) que se puede utilizar como una buena alternativa (Chiquieri et al., 2006). Todos estos productos tienen un impacto en el desarrollo

optimo del animal, uno de los objetivos de esta investigación será identificar mezclas entre los ingredientes mencionados y que en la práctica futura se puedan proponer pruebas piloto con diversos cerdos y verificar que el crecimiento sea el adecuado acorde a las semanas que se tienen previstas, el alimento que mejor funcione y que tenga los requerimientos nutricionales mejor simentados se puede estandarizar para la crianza de futuras camadas.

Diversas técnicas de castración.

Se consultará la utilización de tres tecnicas de castración, buscando la que nos proporcione un mayor beneficio-costo y genere el menor estrés en el animal; la primera es la castración quirúrgica sin anestecia es la técnica convencional utilizada en la mayoría de la granjas, en esa no se utiliza ningún tipo de analgésico ni anestésico. (Hay *et al.*, 2003; Von Borell *et al.*, 2009); la segunda es la castración quirurgica con anestesia local, esta técnica se caracteriza por utilizar lidocaína como anestésico local, inyectando via intra-testicular o aplicado en el cordón espermático y este método se considera efectivo para reducir el dolor. (Marx *et al.*, 2003; Von Borell *et al.*, 2009); La tercera y última es la inmuno – castración esta consiste en la aplicación de dos dosis de vacuna (Improvac® Elanco) por vía subcutánea en la tabla del cuello, cada una se aplica con dos semanas de diferencia, al menos, pero puede ser más tiempo, y el resultado es la inhibición de la función testicular (Einarsson,2006).

Mejora Genetica

Las principales características que se buscan mejorar son aquellas que tienen importancia económica para el productor, con lo cual la producción de los animales y su calidad es mayor, redundando en mayores ingresos directa o indirectamente. Estas pueden clasificarse en cuatro grupos: características reproductivas (edad a la pubertad, tamaño de la camada, peso al nacer, producción láctea, recimiento de los lechones, conducta materna); de producción (velocidad de crecimiento o peso a una edad fija y el consumo de alimento); en canal (grasa dorsal, largo de la canal, la cual se basa en la observación de la conformación del animal y el rendimiento magro); y por ultimo morfológicas (conformación general, aplomos, número y conformación de las tetas, tamaño de la vulva, conformación de la vulva y tamaño testicular). (SNIF, 2001; Martínez *et al.*, 2002).

Si bien existen numerosas razas de cerdos, en la actualidad sólo cinco se usan en la producción comercial y son la base de las diversas líneas o tipos genéticos de animales híbridos comerciales (Raza Yorkshire, Landrace, Duroc, Pietrain, Hampshire). Estas razas se han dividido en dos grupos de acuerdo con sus características. Se tienen, por un lado, las razas maternas, que generalmente son blancas y se caracterizan por ser hembras con excelente habilidad para la producción láctea y cuidado de sus camadas, y suelen ser numerosas; por otro lado, están las razas paternas, que producen hijos con adecuada conformación muscular, ideales para la reproducción. (Martínez, 2002; Ollivier y Foulley, 2010).

Oportunidades de la carne de Cerdo en México.

Un dato que vale la pena resaltar es la cantidad de carne porcina que México exportó en el año 2018 correspondiente a 107,682 t; de ellas 85,326 se destinaron al mercado japonés cifra que represento el 79.24% del total exportado de carne de cerdo, le sigue Estados Unidos (12.43%), Corea del Sur (5.05%) y China (1.82%) como los más destacados (SIAVI, 2019).

Acorde a la Secretaria de Economía (2017) en los últimos 11 años las exportaciones totales mexicanas al resto del mundo crecieron al 136%; pero como último dato obtenido durante enero-noviembre del 2017 del total exportado de México al mundo el 82.7% se dirigió hacia los Estados Unidos, con dicha dependencia comercial de un solo país, México se vuelve vulnerable. La Secretaria de Economía (2017) destaca que las exportaciones mexicanas a Japón fueron las principales, dichas exportaciones ascendieron a 3 mil 660 millones de dólares y tuvieron un aumento del 5.28% en comparación al año 2016. Se ve una posibilidad viable con Japón ya que ocupa el décimo sexto lugar mundial en producción de cerdo; sin embargo la producción nacional no es suficiente para cubrir la demanda interna, manteniendo un desbalance en cuestión a precios por el alto consumo entre los japoneses, manteniendo un mercado constante y abierto para nuestro país.

Comentarios Finales

De esta forma, podemos decir que para llevar a cabo la crianza, desarrollo y sacrificio de razas porcinas, las condiciones que se empleen deben corresponder a la calidad de la carne que se pretende producir. El resultado final, entonces dependerá de los entornos previstos.

Resumen de resultados

El trabajo de investigación nos permite identificar los procedimientos y características óptimas que deben prevalecer para mejorar la calidad de la carne de cerdo.

El sistema semitecnificado puede ser viable al iniciar con un plan de negocios porcino, esto, en lo que se ven beneficios económicos tangibles para proceder al cambio tecnificado únicamente ya con la disponibilidad de recursos producto de la reinversión.

El parto y parto tiene como objetivo principal lograr que la cerda tenga la mayor cantidad de lechones vivos y que estos sobrevivan las primeras horas después de su nacimiento, bajo estrictos cuidados en cuestión de temperatura, humedad y evitar corrientes de aire.

La aplicación de hierro durante la lactancia es fundamental ya que las reservas de este mineral en el lechón son bajas, y la cantidad presente en la leche materna es insuficiente.

En la etapa de destete y engorda hay que brindarles un ambiente confortable y satisfacer sus necesidades por ejemplo: los cuidados parto, el nacimiento, destete, enfermedades, castración, alimentación, limpieza, sanidad, transporte y sacrificio.

Se cree que la castración quirúrgica con anestesia es el método más efectivo ya que evita el dolor en la intervención inicial, y se puede realizar la curación de manera rápida ya que el animal es más manipulable al no sentir dolor y estrés.

El presente nos da una visión de las principales características en cuestión de genética que proporcionan mayores ingresos económicos directos, estas son: reproductivas, de producción, en canal y morfológicas.

Conclusiones

Para que la producción de carne de cerdo se realice con los mejores resultados de consistencia y características, es importante proporcionarle al animal las mejores condiciones para evitar las afectaciones provocadas por estrés y dolor durante la crianza y sacrificio. Es decir, que una vez que el ambiente en el que se desarrolle tenga los instrumentos que permitan mitigar el estrés al máximo puede evitarse el agotamiento del glucógeno en el músculo, y con ello obtener las propiedades organolépticas que se buscan.

El método de sacrificio, también nos permite nulificar el efecto negativo del dolor extremo, ya que estas tienen repercusiones significativas en el resultado del producto. Es decir, que podemos afirmar que la calidad de la carne está directamente relacionada con las condiciones óptimas en la crianza y deceso, y de esta forma, se garantiza obtener carne con las mejores características y estándares para el consumo humano.

De esta forma podemos concluir, que para el diseño de una empresa que busque producir carne de primera calidad deben implementarse condiciones semitecnificadas que permitan el desarrollo de animales poniendo énfasis en el cuidado del estrés y el dolor. Es conveniente decir, que aunque el esquema propuesto debe de cuidar la calidad de la alimentación así como las condiciones sanitarias en las que se realiza la crianza.

Dadas las condiciones en las que se lleva a cabo la empresa ganadera en México, es importante mencionar que el inicio de las operaciones puede realizarse con el sistema semitecnificado, y una vez que se obtenga la rentabilidad deseada, es posible reinvertir para migrar hacia la tecnificación.

Recomendaciones

Es importante destacar que el esquema de cuidados óptimos de desarrollo y deceso de los animales debe de fortalecerse a través de la reproducción de cruces entre especies que proporcionen cerdos aptos genéticamente para el aprovechamiento del máximo potencial otorgado por las condiciones en granja.

Cabe mencionar que durante la crianza pueden realizarse pruebas piloto que proporcionen alimentos con el mayor valor nutricional deseado para el propósito de crecimiento y engorda, buscando principalmente la rentabilidad en toda la cadena de valor.

Por otra parte, es conveniente que la logística del transporte se realice con la precaución de el mejor entorno posible, y que adicionalmente, el sacrificio no se realice de manera inmediata a su llegada, sino que se proporcione un período de recuperación de por lo menos 48 horas para que los niveles de glucógeno regresen a un estándar óptimo.

Es conveniente considerar en investigaciones posteriores el desarrollo de propuestas gastronómicas que amplíen el panorama de la carne de cerdo, ya que en esta propuesta el producto tendría características de calidad que requieren la apertura de un mercado de consumo que no está suficientemente desarrollado, desde el punto de vista del consumidor, es decir a la altura de otros platillos de lujo como los mariscos, los cortes de res, el pescado e incluso el pollo.

Referencias

- Braña, D. "Manual de responsabilidades en el transporte de cerdos". Consultada por internet el 11 de noviembre del 2011. Dirección de internet: <https://www.gob.mx/inifap>.
- Brown, J.M.E y S.A. Edwards. "Welfare and production implications of teeth clipping and iron injection of piglets in outdoor systems in Scotland". *Preventive Veterinary Medicine*, Vol. 27, No. 95-105, 2006.
- Buxadé C. "Producción porcina: aspectos clave". Mundi-Prensa, 19 de abril del 2006.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). "Manual de Producción Porcícola". Centro Latinoamericano de Especies Menores (CLEM), junio del 2018.
- Food and Agricultural Organization (FAO). FAOSTAT. Consultada por internet el 19 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://www.fao.org>.
- García, A. M. "Acondicionamiento de la carne para su comercialización". Elearning S.L, 29 de septiembre del 2014.
- Gobernación del Valle del Cauca Secretaría de Agricultura y Pesca. "Manual Práctico Porcino". Secretaria de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca, 28 de enero del 2007.
- Hay, M. y A.Vulin. "Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days". *Applied Animal Behaviour Science*, Vol 83, No. 201-218, 2003.
- Hurtado, G.E. "Evaluación del comportamiento productivo de cerdas reproductoras en etapa de gestación; criadas en un sistema orgánico con alimentación alternativa". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 11 de marzo del 2006.
- INIFAP. "Bienestar animal para operarios de matanza de rastros de cerdos". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 07 de junio del 2013.
- Johan, I. y H. Koeslag. "Porcinos: manuales para educación agropecuaria". Trillas, 2006.
- Johnson A.K. y J.J. McGlone. "How does weaning age affect the welfare of the nursery pig?". *Pork Information Gateway*", Consultada el 22 de mayo del 2019. Dirección de Internet <http://www.porkgateway.org/FileLibrary/PIGLibrary/Factsheets/a6764v1-0.pdf>.
- Lesur L. "Manual de porcicultura". Trillas, 2008
- Montero, M." Alternativas para la producción porcina a pequeña escala". Universidad Nacional Autónoma de México, 27 de julio del 2015.
- Narayanan, R. y S. Baegan. "Biscuit powder as an unconventional feed in piglets". *Indian Journal of Animal Research*, Vol. 43, No.3, 2009.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Consultada por internet el 21 de marzo del 2019. Dirección de internet: <https://www.gob.mx/sader>.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). "Plan de manejo de porcinos". Proyecto de Desarrollo Social e Integrado (PRODESIS) y Comisión Europea, 16 de mayo del 2008.
- Secretaría de Economía (SE). Consultada por internet el 28 de abril del 2018. Dirección de internet: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cjalisco/prensa/banderazo-de-salida-al-primer-contenedor-con-carne-de-cerdo-de-jalisco-a-japon-136797>
- Sistema de Información Arancelaria Via Internet. Consultada 12 de Mayo del 2019. Dirección de Internet: <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). "Avance de siembras y cosechas; maíz primavera-verano". *Claridades Agropecuarias*, Vol. 2, No. 11, 2012.
- Von Borell, E. y J. Baumgartner "Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs". *Animal*, Vol. 3, No.11, 2009.

Percepción del adulto mayor en cronicidad acerca del cambio climático y su riesgo en la salud

Francisca Velásquez Domínguez Dra¹, Felipe de Jesús Valenzuela Vázquez ESS²,
Gloria del Rocío Ibergüen Ramón Mtra³, Juana Edith Cruz Quevedo DCE⁴ y Miguel Ángel Castro Onorio LE⁵

Resumen— El cambio climático amenaza los elementos básicos de la vida entre los que se encuentra la salud, los adultos mayores (AM) suelen ser los más afectados por las temperaturas extremas. El propósito del estudio fue identificar la percepción del AM acerca del cambio climático y su riesgo en la salud, de tipo descriptivo transversal, en una muestra de 50 AM. Se encontró en los AM una media de índice de percepción de riesgo del cambio climático a nivel mundial en la salud de 83.8 y a nivel local de 80.16, donde en una escala del 0 al 100 a mayor índice mayor percepción del riesgo, entre un 84 y 98% relaciona el cambio climático con enfermedades infectocontagiosas, respiratoria, cardiovasculares, entre otras, tal percepción permite al AM reconocer cómo la funcionalidad sistémica de su organismo se puede ver afectada y a su vez tener una actitud proactiva ante dicho fenómeno.

Palabras clave— Cambio climático, riesgo a la salud, adulto mayor, cronicidad.

Introducción

El cambio climático amenaza los elementos básicos de la vida humana en el planeta, tales como el suministro de agua, la producción de alimentos, el uso de la tierra, el medio ambiente y por ende la salud (Soares et al, 2016). El informe sobre ambientes más sanos para mejorar la salud publicado en marzo de 2016 indicó que los grupos de población más afectados por los riesgos ambientales son los niños menores de cinco años y los adultos desde los 50 hasta los 75 años de edad. Las cifras elevadas en las personas mayores se debe, entre otros aspectos, a que en la vejez se padecen enfermedades crónicas no transmisibles como hipertensión arterial o diabetes mellitus principalmente, que aumentan el riesgo de mortalidad por causa de las temperaturas extremas (PAHO, 2018).

Las temperaturas extremas contribuyen directamente a las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias en el adulto mayor (PAHO, 2018) debido a que, por el proceso de envejecimiento progresivo, las personas de edad avanzada se ven afectadas porque su organismo no regula con eficacia el proceso de respiración, el ritmo del corazón disminuye, las paredes arteriales se ven atrofiadas, la circulación venosa se vuelve más lenta y las arterias se dilatan haciendo la luz de éstas más amplia, lo que origina que la tensión arterial se vea afectada sobre todo en usuarios que padecen hipertensión arterial.

El conocimiento de la percepción del riesgo de una amenaza como el cambio climático, debe conducir a la toma de decisiones para mitigar y adaptarse a los efectos del mismo, pero dicha percepción puede variar en las diferentes poblaciones, en general las personas relacionan el cambio climático con las altas temperaturas y su vez con efectos sobre la salud por el aumento de enfermedades tales como el dengue, la malaria, el cólera, entre otras (Salazar, et al 2016), por lo que es imprescindible la realización de estudios para conocer de qué manera la población se asume ante tal amenaza, si se considera vulnerable y en qué grado, por tal razón el objetivo del presente estudio fue determinar la percepción del adulto mayor acerca del cambio climático y su riesgo en la salud.

¹ Francisca Velásquez Domínguez Dra. Doctorado en educación, docente de tiempo completo titular C en la Facultad de Enfermería, Universidad Veracruzana, Veracruz, fvelasquez@uv.mx.

² Felipe de Jesús Valenzuela Vázquez ESS. Estudiante en servicio social de la Facultad de Enfermería, Universidad Veracruzana, Veracruz, valenzuela_felipe95@hotmail.com

³ Gloria del Rocío Ibergüen Ramón Mtra. Académica del Centro de Idiomas de la Universidad Veracruzana, Veracruz, gibarguen@uv.mx

⁴ Juana Edith Cruz Quevedo DCE. Doctorado en ciencias de enfermería, Docente de tiempo completo titular C en la Facultad de Enfermería, Universidad Veracruzana, Veracruz. edcruz@uv.mx

⁵ Miguel Ángel Castro Onorio LE. Licenciado en Enfermería, Técnico académico de tiempo completo de la Facultad de Enfermería, Universidad Veracruzana, Veracruz, micastro@uv.mx

Descripción del Método

El estudio fue de tipo descriptivo transversal ya que no hubo manipulación de variables y el principal objetivo fue determinar percepción del adulto mayor acerca del cambio climático y su riesgo en la salud (Polit-Hungler, 2000). La percepción se considera como la capacidad de todo organismo vivo que puede obtener y procesar información con efectos estimulantes dirigidos hacia los sistemas sensoriales para satisfacer la necesidad de conocer el entorno (Hernández, 2012), en este caso fue acerca del cambio climático y su riesgo en la salud. Considerándose como cambio climático al conjunto formado por las condiciones de la atmósfera que resultan características de una cierta zona producido por el proceso conocido como efecto invernadero que provoca el calentamiento global.

La muestra estuvo conformada por 50 adultos mayores, ambos sexos, que padecían alguna enfermedad crónica, residentes de una colonia en la Ciudad de Veracruz, Veracruz. El muestreo fue no probabilístico a conveniencia del investigador, donde la elección depende de los propósitos del investigador, obedeciendo a ciertos criterios (Hernández Sampieri, 2016). Se eligió el método de “Bola de nieve” en el cual se localiza a un individuo el cual nos conduce a otro y este a otros, hasta conseguir la muestra suficiente.

El instrumento utilizado en el estudio fue el de “Percepción sobre el riesgo al cambio climático como una amenaza para la salud humana”, realizado y aplicado por primera vez en Estados Unidos, Canadá y Malta, se publicó en la Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública en el 2010 (*International Journal of Environmental Research and Public Health*), el cual describió la percepción del cambio climático como un riesgo para la salud humana. Fue validado por expertos en elaboración de instrumentos y se realizaron los ajustes sugeridos por los mismos en Colombia. La confiabilidad interna del instrumento se realizó sobre una muestra de 199 estudiantes de la Universidad del Magdalena en el 2014.

El instrumento está constituido por 36 ítems utilizando preguntas con respuesta dicotómicas de sí y no, escala tipo Lickert con opciones de respuesta que van de no probable hasta muy probable o de totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo. El instrumento consta de cinco apartados, refiriéndose a diferentes temáticas para medir la percepción de la población sobre el cambio climático: A1. Conocimiento sobre los factores que contribuyen al calentamiento global (cambio climático), A2. Percepción de riesgo, A3. Conocimiento sobre los efectos en la salud por causa del calentamiento global, A4. Acciones políticas frente al calentamiento global, A5. Voluntad para actuar, el presente informe hace referencia a los resultados en los tres primeros apartados.

Para los apartados A2 y A5 se obtuvo el índice en el que en una escala del 0 al 100 a mayor puntaje mayor el índice de percepción de riesgo y voluntad para actuar de los adultos mayores. La información recolectada fue procesada mediante el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión 23 a través de estadísticas descriptivas tales como medidas de tendencia central.

Análisis y Resultados

La muestra del presente estudio estuvo conformada por 50 adultos mayores (AM) residentes de una colonia en la Ciudad de Veracruz, Veracruz, en cuanto al sexo de los 50 AM la mitad 25 (50%) fueron del sexo femenino y la otra del sexo masculino. La edad de los AM osciló entre los 60 y 75 años, los rangos de edad con mayor porcentaje fueron de 60 a 65 años y de 66 a 70 años ambos con un 40% de AM, un menor pero significativo 20% de los AM se encontraban entre los 71 y 75 años, como se muestra en el cuadro 1.

n= 50

| EDAD | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------|------------|----------------|
| 60 a 65 | 20 | 40 |
| 66 a 70 | 20 | 40 |
| 71 a 75 | 10 | 20 |
| TOTAL | 35 | 100 |

Cuadro 1: Distribución por edad de los adultos mayores.

En el Cuadro 2 se presenta el conocimiento de los AM sobre los factores a los que atribuyen el cambio climático, el 84% y 82% de los AM, que son los porcentajes más altos, atribuyen el cambio climático a los carros y vehículos de transporte y al agujero en la capa de ozono respectivamente, seguido del 78% que lo relaciona con el uso de los teléfonos celulares, sólo el 60% de los AM considera que el uso de aparatos eléctricos sea un factor

relacionado con el cambio climático, que es uno de los porcentajes más bajos, seguido del 38% que supone que el cambio climático está relacionado con el suministro y consumo de agua potable.

n= 50

| FACTORES | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--------------------------------------|------------|----------------|
| Centrales eléctricas | 37 | 74 |
| Carros y vehículos de transporte | 42 | 84 |
| Uso de espray de aerosol | 36 | 72 |
| Uso de plaguicidas | 38 | 76 |
| Suministro y consumo de agua potable | 19 | 38 |
| Uso de aparatos eléctricos | 30 | 60 |
| Agujero de la capa de ozono | 41 | 82 |
| Teléfonos celulares | 39 | 78 |

Cuadro 2: Conocimientos de los adultos mayores sobre los factores que contribuyen al cambio climático.

Al cuestionar a los adultos mayores sobre el medio de transporte utilizado para movilizarse, el 50% y el 20% refirieron que usan el transporte público o auto propio para transportarse respectivamente, solo un 24% los hace caminando o en bicicleta el 6% (Cuadro 3).

n= 50

| MEDIO DE TRANSPORTE | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---------------------|------------|----------------|
| Caminando | 12 | 24 |
| Bicicleta | 3 | 6 |
| Transporte público | 25 | 50 |
| Auto propio | 10 | 20 |
| TOTAL | 50 | 100 |

Cuadro 3: Medio de transporte utilizado por los adultos mayores para movilizarse

Con relación a la percepción de los adultos mayores del riesgo a nivel mundial y local por el cambio climático se determinó el índice de ambos, en el que en una escala del 0 al 100 a mayor índice mayor riesgo percibido; encontrándose que la media del índice de percepción de riesgo del cambio climático tanto a nivel mundial como local fue muy parecido con una media de 83.80 y 80.16 respectivamente, en ambos el índice máximo fue de 100 pero existió diferencia en el índice mínimo ya que a nivel mundial fue de 20 y a nivel local de 00 (Cuadro 4).

n= 50

| INDICE | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA |
|---------------|--------|--------|--------------|
| Nivel Mundial | 20 | 100 | 83.80 |
| Nivel Local | 00 | 100 | 80.16 |

Cuadro 4: Índice de percepción de riesgo del cambio climático a nivel mundial y local en los adultos mayores

En el cuadro 5 se presenta el efecto o riesgo a la salud que el adulto mayor percibe que está determinado por el cambio climático, con un mismo porcentaje del 98%, y que es el mayor porcentaje, considera los golpes de calor (insolación y/o deshidratación) así como el asma y las afecciones asociadas al cambio climático, seguido del 96% que lo relaciona con el cáncer de piel, un menor pero considerable 84% de los adultos mayores supone que el cambio climático se relaciona con las afecciones cardiovasculares e infecciones que pueden causar diarrea; en general un alto porcentaje de los AM considera al cambio climático un riesgo para su salud y su relación con diversas afecciones o patologías.

n= 50

| RIESGO | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|---|------------|----------------|
| Enfermedades infecciosas como dengue o malaria | 46 | 92 |
| Asma y afecciones respiratorias | 49 | 98 |
| Alergias | 47 | 94 |
| Afecciones cardiovasculares | 42 | 84 |
| Infecciones que pueden causar diarrea. | 42 | 84 |
| Cáncer de piel. | 48 | 96 |
| Golpes de calor (insolación y/o deshidratación) | 49 | 98 |

Cuadro 5: Conocimiento de los adultos mayores acerca del riesgo del cambio climático con problemas de salud.

Comentarios Finales

Resumen de resultados y Discusión

Las causas del cambio climático se pueden dividir en aquellas relacionadas con los procesos naturales y las causas vinculadas con la actividad humana, a nivel mundial la actividad humana ha causado impacto sobre el medio ambiente sin concientizar las posibles consecuencias que a través de los años pudieran causar, incluyendo los estragos sobre la salud como se nota hoy en día (Soares, et al 2016). Sin embargo, se ha observado que muchas personas no están preocupadas por el cambio de clima y no creen que sea consecuencia de las actividades humanas.

Con relación a los antes expuesto, en el presente estudio, realizado en una muestra de 50 adultos mayores (50% hombre y 50% mujeres) de entre 60 y 75 años, se encontró que un gran porcentaje atribuye el cambio climático al uso de vehículos y transporte público (84%), agujero en la capa de ozono (82%), uso de celulares (74%), entre otros; sólo un 60% (que fue de los porcentajes más bajos) considera que el uso de aparatos eléctricos puede ser un factor para el cambio climático; si bien, ante tales resultados se podría decir que los adultos mayores reconocen los factores que contribuyen al cambio climático, no se puede determinar qué tan conscientes están de cómo todos éstos están directamente relacionados a las actividades humanas, de las que ellos forman parte, y se evidencia en lo resultados referentes al medio de transporte utilizado por ellos para movilizarse ya que un 50% lo hacen en transporte público y el 20% en auto propio, sólo una minoría lo hace caminando (24%) o en bici (6%).

En la comprensión de los riesgos, la degradación ambiental y el cambio climático, las personas mayores tienen experiencia de vida, historias, tradiciones y prácticas, lo cual resulta imprescindible para saber si esta población se asume ante estas amenazas, si se consideran vulnerables y en qué grado; al respecto los adultos mayores del presente estudio presentaron una media de índice alto de percepción de riesgo del cambio climático tanto a nivel mundial como local de 83.80 y 80.16 respectivamente, en los que en una escala de 0 a 100 a mayor índice mayor percepción del riesgo del cambio climático en la salud.

La dinámica de la salud en la vejez es compleja, pues con los años se producen numerosos cambios fisiológicos fundamentales, y aumenta el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. El envejecimiento condiciona una disminución de la masa muscular y del agua corporal total, estos cambios, modifican la apariencia física, disminuyen la fuerza muscular y suponen una menor resistencia frente a la deshidratación (Marín, 2013). La piel se deteriora progresivamente con la edad debido a los daños provocados por los mecanismos fisiológicos, la predisposición genética y los efectos acumulados de las agresiones ambientales, en particular la exposición al sol, lo que contribuye a un fuerte aumento del riesgo de enfermedad neoplásica (OMS, 2016).

Según un artículo publicado sobre los impactos del cambio climático sobre la salud humana, la intensidad de las olas de calor serían más intensas que en años anteriores y con ello la tasa de morbimortalidad, aunque no se conoce del todo por parte de la población sobre el riesgo del cambio climático es evidente pensar que la salud se ve directamente afectada por éste (Petersson, 2010); sobre todo si se asocia a los cambios producidos por la vejez como algunos de los mencionados anteriormente, y a los que hay que se agrega que en el plano fisiológico, los adultos mayores son más propensos a la deshidratación, la hipotermia y la hipertermia (OMS, 2016).

Con lo antes expuesto se hace evidente del riesgo que puede implicar el cambio climático en los adultos mayores, quienes por los cambios fisiológicos del envejecimiento son más vulnerable y susceptibles, y en el

presente estudio se pudo identificar que los adultos mayores perciben este riesgo ya que el 98% asocia los efectos del cambio climático con el asma y afecciones respiratorias, así como con golpes de calor (insolación y/o deshidratación), el 96% lo relaciona con el cáncer de piel, así como con alergias, enfermedades cardiovasculares, infecciones intestinales y transmitidas por vectores, entre otras.

Aunque los efectos en salud de las temperaturas extremas son suficientemente conocidos y han sido objeto de estudios detallados en los últimos años, no en todos se han obtenido los mismos resultados, por ejemplo, los encontrados en este difieren a los de Vázquez (2013) en el que solo el 38% y 20% de los AM estudiados relacionó el cambio climático con las infecciones respiratorias agudas y las enfermedades diarreicas respectivamente, concluyendo que por cada 9 adultos mayores 5 no perciben la relación natural entre el cambio climático y las infecciones respiratorias agudas y por ende con otras enfermedades probablemente.

Conclusiones y Recomendaciones

Uno de los desafíos que se supone a nivel mundial en pleno siglo XXI es el cambio climático, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes; si bien no se sabe con certeza el grado de influencia que pueda tener el cambio climático sobre la salud debido a la complejidad de los procesos subyacentes, está claro que el clima está cambiando, y que este cambio afecta y seguirá afectando a la salud (OMS, 2016).

Los adultos mayores en el presente estudio, tienen conocimiento sobre los riesgos y efecto de cambio climático en la salud ya que obtuvieron una media de índice alta en cuanto a la percepción del riesgo del cambio climático tanto a nivel mundial como local; sin embargo aunque reconocen ese riesgo no se puede determinar que tanto saben de cómo es que afecta a la salud.

Aunque los adultos mayores en el presente estudio reconocen algunos factores asociados con el cambio climático como el agujero en la capa de ozono, el uso de celulares, espray en aerosol, carros y vehículos de transporte y aparatos eléctricos, entre otros, como se mencionó anteriormente no están conscientes de que todos éstos están directamente relacionados a las actividades humanas, por lo que no dimensionan el impacto que pueden producir los factores de riesgo para aumentar o mitigar el cambio climático o bien desconocen las consecuencias sociales que propicie el cambio climático sobre la humanidad (Maldonado, 2017).

Si bien resulta difícil decir qué tanto conoce la población acerca de la relación de los cambios del clima con respecto a las enfermedades, los resultados obtenidos en los adultos mayores del presente estudio permitieron identificar la percepción que los adultos mayores mantienen acerca del cambio climático y el riesgo que estos cambios, a causa de las olas de calor y el efecto invernadero, implican para la salud; por lo que como resultados se obtuvo que lo asocian con enfermedades como el asma, afecciones cardiovasculares y respiratorias, infecciones, cáncer de piel, entre otras.

Sin duda y ante el panorama que se tiene de los efectos del cambio climático en la salud, hoy por hoy existe mayor consenso mundial en torno a la importancia de actuar frente a éste. Resulta necesario conocer a fondo de una manera apropiada, educativa y predictiva los efectos del cambio climático, desde su origen antrópico hasta la influencia que puede ejercer sobre la salud humana. Crear conciencia en la población, como en este caso los adultos mayores, de las acciones humanas que tienen efecto en el cambio climático a fin de mitigarlas o contrarrestarlas y que mediante acciones de educación se planteen estrategias que se pueden utilizar de manera individual y que forman parte de la voluntad del ser humano para resguardar la integridad del planeta.

Por otra parte se requiere de elaborar una propuesta de salud pública ante el envejecimiento de la población, en la que es importante no solo considerar estrategias que contrarresten las pérdidas funcionales y cambios asociados con la edad avanzada, sino también que refuercen la recuperación, la adaptación y el crecimiento psicosocial (OMS, 2016), como lo es en este caso la eminente necesidad de emprender acciones para la adaptación ante los cambios climáticos. Estas fortalezas pueden ser particularmente importantes para ayudar a las personas a desenvolverse en los sistemas y reunir los recursos que les permitan hacer frente a los problemas de salud que a menudo se presentan en la vejez, y como se evidencio es este estudio, se pueden intensificar o agravar por efecto del cambio climático.

Referencias

Hernández Sampieri R, Fernández C.C, Baptista L.P (2016). *Metodología de la Investigación*, 6ª. Edición. McGraw Hill Education.

Maldonado (2017). Una aproximación a la representación del cambio climático en habitantes de dos cuencas del estado de Veracruz, México. *Revista Pueblos y fronteras digital*, 149-174.

Marín. (2013). Los retos en la adaptación al cambio climático. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Papers/article/download/263707/351210>

OMS (2016). Cambio ambiental mundial. Obtenido de Cambio climático y salud humano. Recupero en:
<http://www.who.int/globalchange/climate/es/>

PAHO, Pan American Health Organization, (2018). *Insalubridad del medio ambiente*. Recuperado, de Organización Mundial de la salud en:
https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=189&Itemid=40855&lang=es

Petersson, (2010). Cambio climático y salud humana. Rev Méd Electrón. Disponible en:
<http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol4%202010/tema09.htm>.

Polit-Hungler. 2000. Investigación científica en ciencias de la salud. McGraw-Hill interamericana. México.

Salazar, et. al, (2016). Percepción sobre riesgo al cambio climático como una amenaza para la salud humana. Luna Azul, 102-127.

Soares, et. al, (2016). Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatan. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 113-128.

Vázquez (2013). La percepción del cambio climático e infecciones respiratorias agudas en adultos mayores, algunos casos veracruzanos. Sociedad y Ambiente, 75-97.

Estrategias en el uso de las tecnologías de información y la satisfacción en estudiantes de educación básica

Dr. Francisco Nabor Velazco Bórquez¹, Dra. Cecilia Ivonne Bojórquez Díaz², Dra. Sandra Mónica Ramos Ospina³,
Dr. Jorge Guadalupe Mendoza León⁴, Lic. Alba Beatriz Borbón Verdugo⁵

Resumen: El estudio evalúa el uso de las estrategias tecnológicas aplicadas en el contexto de la educación básica, con base en el grado de conocimiento y habilidad del docente y el nivel de satisfacción percibido por el estudiante. Se aplicó un cuestionario que mide nueve dimensiones para caracterizar las estrategias utilizadas por el docente y una encuesta de satisfacción del alumno. Se tomó un muestreo por conveniencia, seleccionando a profesores de cuarto, quinto y sexto grado. Por cada grado explorado, se tomó una muestra de diez estudiantes. Los resultados muestran que existe una brecha entre las estrategias que utilizan los docentes en el área urbana con respecto a la rural; lo mismo sucede con el grado de satisfacción que perciben los estudiantes. Con base a lo anterior, se sugiere implementar un programa para sensibilizar y capacitar en aspectos instrumentales didácticos para que el docente utilice las Tecnologías de Información y Comunicación y consecuentemente, impactar en el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Evaluación, TIC, educación básica, docencia

Summary: The study evaluates the use of technological strategies applied in the context of basic education, based on the teacher's knowledge and skill level and the level of satisfaction perceived by the student. A questionnaire that measures nine dimensions was applied to characterize the strategies used by the teacher and a student satisfaction survey. Sampling was taken for convenience, selecting fourth, fifth and sixth grade teachers. For each grade explored, a sample of ten students was taken. The results show that there is a gap between the strategies used by teachers in the urban area with respect to the rural one; The same happens with the degree of satisfaction that students perceive. Based on the above, it is suggested to implement a program to sensitize and train in didactic instrumental aspects so that the teacher uses the Information and Communication Technologies and consequently, impact on student learning.

Keywords: Evaluation, ICT, basic education, teaching

Introducción

El uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación en el aula es cada vez una realidad mayor y una necesidad que implica un cambio de estructura, adaptación e implementación, así como el compromiso de la comunidad educativa en el aseguramiento de la calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ello, se hace necesario que todas las partes involucradas estén conscientes y preparadas para aprovechar eficientemente los beneficios que las tecnologías nos ofrecen.

Gómez y Macedo (2010) mencionan que hay tres grandes razones para usar las TIC en educación: a) La alfabetización digital de los alumnos, en la que todos deben adquirir las competencias básicas en su uso, b) la productividad, aprovechando las ventajas que proporcionan al realizar actividades como preparar apuntes y ejercicios, buscar información, comunicarnos (e-mail), difundir información (weblogs, web de centro y docentes) y gestión de biblioteca

¹ El Dr. Francisco Nabor Velazco Bórquez es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Sonora, México. franciscovelazco@itson.edu.mx

² La Dra. Cecilia Ivonne Bojórquez Díaz es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico de Sonora, México. Cecilia.bojorquez@itson.edu.mx

³ La Dra. Sandra Mónica Ramos Ospina es Directora del Centro de Formación Avanzada y Continua en la Fundación Universitaria María Cano, Colombia. Sandra.ramos@fumc.edu.co

⁴ El Dr. Jorge Guadalupe Mendoza León es profesor investigador en el Instituto Tecnológico de Sonora, México Jorge.mendoza@itson.edu.mx

⁵ La Lic. Alba Beatriz Borbón Verdugo es egresada del Instituto Tecnológico de Sonora, México. Albaborbonv18@gmail.com

y c) Innovar en las prácticas docentes, aprovechando las posibilidades didácticas que ofrecen las TIC para lograr que los alumnos realicen mejores aprendizajes y reducir el fracaso escolar. Cuando las TIC se aplican en la enseñanza y el aprendizaje, el estudiante desarrolla habilidades como comunicación grupal, participación en clases, creatividad, innovación, elevan su autoestima y motivación en el aprendizaje (Toribio, 2019).

Evaluar el impacto de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, resulta necesario para mejorar la calidad de los procesos educativos. En este sentido, debe considerarse que la incorporación y el uso de las TIC en la educación deben ser evaluadas desde la perspectiva que este ambiente de aprendizaje genera. En este trabajo se realizó un estudio para determinar el uso de las estrategias tecnológicas educativas en el aula y además, conocer el grado de satisfacción del estudiante por las sesiones recibidas en esta modalidad.

Desarrollo

Salazar (2015) señala que la explotación de la tecnología como un medio de propagación de conocimientos es sin duda una excelente oportunidad para hacer llegar contenidos didácticos a un gran número de personas. En México existe un retraso considerable en esta materia, prueba de eso es que el principal referente de enseñanza a distancia continúa siendo Televisión Educativa, un órgano descentralizado que forma parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Villasana (2014) menciona que el gobierno mexicano es uno de los muchos que presumen de invertir grandes recursos en la educación, pero el debate no está en el monto invertido sino en la calidad en que se invierte el mismo para que la enseñanza sea cada vez mejor. A pesar de ello, el uso de las tecnologías en la educación en México sigue avanzando.

El nuevo modelo educativo en México, aún en vigencia, exige maestros mejor preparados para conducir a los estudiantes hacia el desarrollo de nuevas habilidades y la adquisición de los conocimientos que demanda la época que vivimos. De acuerdo a las nuevas leyes, es obligación de la escuela asegurar que las TIC son integradas a las clases; por tanto, en necesario que en la planeación de los maestros se incluyan actividades en las que las TIC sean utilizadas de manera activa en el aula (Hernández y Bautista, 2017).

Los avances tecnológicos aplicados a la educación hacen necesaria la actualización de los docentes en estos ambientes, de tal manera que adquieran las competencias suficientes para utilizar nuevas metodologías y recursos didácticos que faciliten el aprendizaje razonado y continuo de los contenidos. Para ello los docentes, en primera instancia, han de conocer cuáles serán los medios de comunicación con los que han de trabajar y cómo han de manejarlos, desde el punto de vista material, lo que a su vez enseñará a sus alumnos y así estar en posibilidad de aprovechar las tecnologías en el proceso enseñanza-aprendizaje (Cituk y Vela, s.f).

Conservar la calidad de las tecnologías educativas que se ofrecen o se pretenden impartir obliga a las instituciones a contar con procedimientos de evaluación propios, que identifiquen áreas de oportunidad y permitan promover acciones de mejora. Las instituciones responsables deben establecer mecanismos continuos y sistemáticos que permitan evaluar la calidad de las tecnologías educativas, el desempeño de los docentes para aplicarlas, el aprendizaje logrado por el alumno y elaborar estudios que permitan identificar el índice de retención y grado de satisfacción estudiantil con relación a estas tecnologías.

El presente estudio está enfocado hacia la evaluación de dos aspectos específicos del uso de las tecnologías educativas en las instituciones del sur de Sonora: las aplicaciones tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en clase y el grado de satisfacción del alumno ante ella.

Pruebas y resultados

Esta investigación de acuerdo a su fin es aplicada; según su alcance temporal es seccional; por su profundidad es descriptiva; según su marco es de campo y según su enfoque es cuantitativo y su diseño de investigación no-experimental (Sierra, 1995). Los grupos y los sujetos que se analizaron y asignaron fueron de manera no controlada ni nivelados ya que se escogieron al azar y se tomaron como se formaron al inicio del año escolar, esto es: intactos (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

Se utilizó el método de Investigación-acción, por sus fases flexibles que permiten abordar los hechos sociales como dinámicos y cambiantes, por lo tanto están sujetos a los cambios que el mismo proceso genere. La investigación-

acción es una metodología que presenta características particulares que la distinguen de otras opciones bajo el enfoque cualitativo; entre ellas, la forma en la que se aborda el sujeto de estudio, las intencionalidades o propósitos, el desempeño de los actores sociales involucrados en la investigación, los procedimientos que se desarrollan y los logros que se obtienen (Colmenares 2012); con ello se pretende determinar si la tecnología es efectiva o no para la enseñanza.

En esta investigación se aplicaron dos instrumentos: El primero de ellos permitió obtener información relacionada con nueve premisas fundamentales para el uso de las estrategias tecnológicas (ET): a) el concepto que el maestro tiene de ellas, b) su frecuencia y uso, c) aprendizaje de ellas, d) el aprovechamiento de los recursos, e) la habilidad en el uso de las ET, f) confianza en su empleo, g) ventajas y desventajas en su uso, h) problemas en su utilización y i) consideración del uso de las ET en clase (ver anexo 1). El segundo instrumento permitió medir el grado de satisfacción de los alumnos en la implementación de las estrategias tecnológicas en las clases de las distintas materias impartidas en primaria y el grado de aceptación del uso de estas mismas estrategias. Los indicadores que se utilizaron están relacionados con la forma de enseñar del maestro cuando utiliza las tecnologías, el uso de éstas en clase, el tiempo empleado, la disponibilidad del equipo, percepción de mejora en el aprendizaje con estos medios y el nivel tecnológico del equipo (ver anexo 2).

El estudio se llevó a cabo en tres escuelas primarias de gobierno, una ubicada en el área urbana y dos en la zona rural; así como dos escuelas primarias particulares en la zona urbana. En cada una de las escuelas se seleccionaron los últimos tres niveles escolares, esto es, cuarto, quinto y sexto año. Los participantes fueron 15 maestros y diez alumnos de cada uno de los grupos seleccionados.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Con relación al instrumento con el que se evaluó el uso de las Estrategias Tecnológicas (ET), el 93.3% de los docentes señaló que las estrategias tecnológicas significaban integrar la tecnología en la labor del aula, mientras que el resto indicó que éstas eran utilizar los medios tecnológicos para informar a la comunidad sobre las actividades de la escuela. Con respecto al segundo ítem, correspondiente a la frecuencia y el uso de las ET, el 100% de los maestros de las escuelas urbanas señalaron hacer uso de ellas, mientras que el 60% de los maestros de las escuelas rurales indicaron que carecían de los medios tecnológicos. De los maestros que respondieron afirmativo en el uso de las tecnologías, el 16,7% señaló que lo hace al menos una vez al mes, el 50% una vez por semana, el 16.7% cada tres días y el resto que diariamente.

El 100% de los maestros que cuentan con medios tecnológicos señalaron que estos han contribuido de manera significativa en la impartición de sus clases; y sobre el cuestionamiento del dominio de habilidades en el manejo de las ET, el 64.2% de los maestros encuestados se considera con buen nivel, 14.2% en nivel excelente y el resto en suficiente. El 93.3% de los docentes indican que la confianza que sienten al emplear medios tecnológicos es buena.

Desde el punto de vista de los docentes, las ventajas que brindan los medios tecnológicos en el salón de clases son: facilidad en la búsqueda de información, estímulo visual, familiaridad con el manejo de la tecnología, aplicaciones diversas y medio alternativo para presentación de trabajos. La desventaja más significativa es que el uso inapropiado del internet en el aula, se convierte en un factor distractor (juegos, redes sociales, información inapropiada, aplicaciones no educativas) que incide en el aprovechamiento del recurso tiempo. La problemática que se presenta en las escuelas rurales es la falta de equipamiento, internet y en ocasiones de electricidad. En las escuelas urbanas las problemáticas están relacionadas con la falta de aprovechamiento de las distintas aplicaciones educativas. Con relación a los problemas técnicos, el 50% de los maestros señalan que a veces se han presentado, 35.7% que nunca y el resto que siempre. Finalmente, el 93.3% de los maestros coinciden en que el uso de los medios tecnológicos es una herramienta de apoyo alternativa para la enseñanza.

Sobre el uso específico de las estrategias tecnológicas como apoyo en sus clases, el 93.3 % de los maestros entrevistados señalan que la utilizan como herramienta de trabajo dentro y fuera del aula, manifestando el 53% de ellos que obtienen información y material didáctico en internet para el desarrollo de sus clases, así como apoyo en programas básicos para la impartición de algunas clases el 35.7% (power point, Excel, Word). Con relación al uso de programas educativos como complemento, el 78.6% indican que estos ayudan el logro de las competencias y la totalidad de los maestros entrevistados manifestaron estar abiertos a conocer y aprender más sobre las tecnologías y su aprovechamiento en el proceso de aprendizaje de los estudiantes

Respecto al nivel de satisfacción de los alumnos por la implementación de las estrategias tecnológicas en el desarrollo de sus clases, los resultados muestran que el 100% de los estudiantes de las escuelas privadas evaluaron todos los indicadores del instrumento en los rangos de bueno y excelente, sobresaliendo los relacionados con la disponibilidad

de las computadoras y el nivel de tecnologías utilizado. Un resultado similar se apreció en la evaluación que hicieron los alumnos de la escuela pública urbana, con la diferencia de algunos señalamientos de “regular” solamente en lo concerniente a los indicadores tiempo de uso (15%) y disponibilidad de computadoras (10%).

Referente al nivel de satisfacción de los estudiantes de escuelas primarias rurales, el indicador que registró la evaluación más negativa fue el nivel de tecnología utilizado para las el desarrollo de las clases con un 36% de alumnos en desacuerdo: por otra parte, el 28.3% de ellos señalaron entre los rangos de malo o regular el aspecto relacionado con el uso de las tecnologías, y en ese mismo rango, el 33.1% no quedó satisfecho con las estrategias que implementa en maestro en sus clases. Los demás indicadores utilizados para medir la satisfacción, muestran porcentajes negativos alrededor del 20%.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que la mayoría de los docentes utilizan las tecnologías como una alternativa en sus clases, ya sea para la presentación de temas o para la obtención de información, tanto para ellos como para sus alumnos. Escasamente se encontró que manejen aplicaciones externas a los programas de las escuelas primarias, sin embargo, se mostraron abiertos a las oportunidades que pueden brindar las tecnologías.

En este sentido, aunque los docentes muestran apertura en la actualización en uso de las tecnologías como herramienta en favor del proceso de aprendizaje, algunos de ellos se encuentran limitados por las carencias en sus centros de trabajo, especialmente en la zona rural, donde la falta de apoyos y de recursos tecnológicos, o el estado físico en el que se encuentran, son más latentes. Esta situación afecta la labor del docente, que ante esta situación, debe seguir con el método tradicional de enseñanza para el logro de las competencias programadas.

En el análisis de la opinión del estudiante, éste percibe a la tecnología como un apoyo al proceso de aprendizaje y están satisfechos con la manera en la que las aplica el maestro, cómo ellos las utilizan y las facilidades que tienen para su uso, excepto los alumnos del área rural que manifiestan su inconformidad ante la falta de esos recursos y su poca o nula aplicación.

En resumen: En el caso de los maestros, es necesario que se diseñen programas y cursos que proporcionen al docente, las habilidades necesarias en el uso y aprovechamiento de las estrategias tecnológicas. Se recomienda a docentes y directivos, asumir la iniciativa de capacitarse por su propia cuenta o solicitar apoyo institucional para hacerse del conocimiento, apropiación y uso didáctico de las tecnologías educativas que le permita mejorar sus prácticas educativas y con ello incidir en el aprendizaje de sus alumnos.

Además se sugiere que se diseñen: a) estrategias de gestión escolar que facilite la obtención del recurso necesario para que las escuelas cuenten con los espacios y las tecnologías justas y necesarias para la mejora de las prácticas educativas, b) planes y acciones que permitan reformular e institucionalizar el uso de las tecnologías insertándolas al diseño de programas que tenga perfectamente identificados los procesos productivos claves de los que depende su desempeño, c) implementar un programa de sensibilización y capacitación en aspectos instrumentales y didácticos para que los docentes tengan la posibilidad de explorar y usar las muchas aplicaciones que traen las nuevas tecnologías y c) aprovechar el ímpetu y la motivación de los alumnos por las tecnologías proponiendo una alfabetización tecnológica efectiva y adecuada, tanto en los docentes como en los alumnos, y por consiguiente modificaciones en los materiales de aprendizaje para adaptarlos a los nuevos ambientes.

El progreso de los países no se puede entender sin la tecnología, y en específico sin la que se aplica a la educación (Estrada citado por Salazar, 2015), he ahí, la importancia que se tiene en conocer el uso de la tecnología en la educación. Cada día se desarrollan nuevas y mejores tecnologías, en una constante evolución de la que ninguna de las actividades que realizamos quedará al margen sus beneficios. Estrategias y programas como aula invertida, realidad aumentada, innovación, redes sociales y otras aplicaciones en la educación ya están en uso en muchas instituciones, y en un futuro cercano, el aprovechamiento del internet de las cosas, la inteligencia artificial y la interfaces naturales de usuario, serán tendencia en todos los ámbitos.

Por ello, se hace indispensable y un compromiso, prepararnos como docentes y directivos para adaptar y aprovechar las estrategias tecnológicas en favor de la educación.

REFERENCIAS

- Cituk y Vela, D. (2010). “México y las TIC, en la educación básica”. *Revista e-formadores*, en: http://red.ilce.edu.mx/sitios/revista/e_formadores_pri_10/articulos/dulce_cituk_feb2010.pdf
- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa; una metodología integradora de conocimiento y la acción. *Voces y silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 3. No 1.* en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo/codigo=4...>
- Gómez, L. y Macedo, J. (2010). Importancia de las TIC en la educación básica regular. En <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/viewFile/4776/3850>
- Hernández, H. y Bautista, S. (2016). Las Tic en el sistema educativo mexicano. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad.* En file:///C:/Users/vo/Desktop/656-2643-1-PB.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2003). Metodología de la Investigación, (3er. ed.). México: Mc. Graw Hill
- Toribio, M. (2019). Importancia del uso de las TIC en educación primaria, *Revista Atlante: Cuaderno de Educación y Desarrollo (febrero 2019)*, En línea <https://www.eumed.net/rev/atlan/2019/02/uso-tic-primaria.html>
- Salazar, R. (2015). La tecnología y la educación en México. en: <http://www.sdpnoticias.com/nacional/2015/05/26/la-tecnologia-y-la-educacion-en-mexico>
- Sierra, R. (2003). Técnicas de Investigación social: Teoría y ejercicios. Madrid: Parafinfo
- Villasana, J. (2014). Tecnología y educación en México; mucho camino por recorrer. En <https://www.xataka.com/analisis/tecnologia-y-educacion-en-mexico-mucho-camino-por-recorrer>

INVESTIGACIÓN–ACCIÓN: HERRAMIENTA METODOLÓGICA PARA LA PRAXIS DOCENTE

Mtro. David Velázquez Juárez¹, Dr. René Pedroza Flores² y Lic. Franklin Incio Humanchumo³

Resumen—La Investigación Acción (IA) sirve como herramienta metodológica al docente para que mejore su desempeño áulico. En ese entendido, el propósito de este texto es ofrecer una reflexión sobre lo que implica realizar IA en la educación y como ésta puede favorecer en las acciones del docente posibilitándolo a desarrollar competencias para la planificación efectiva del proceso de enseñanza-aprendizaje al incorporar acciones tendientes a la mejora, cambio e innovación de su práctica docente, con base en los contenidos curriculares establecidos en una pedagogía de carácter humanista.

Palabras Clave—Investigación acción, educación y práctica Docente.

Abstract—The Action Research (AI) serves as a methodological tool for teachers to improve their classroom performance. In that understanding, the purpose of this text is to offer a reflection on what it means to carry out AI in education and how it can favor in the actions of the teacher enabling it to develop competencies for the effective planning of the teaching-learning process by incorporating tending actions to the improvement, change and innovation of his teaching practice, based on the curricular contents established in a pedagogy of a humanistic nature.

Key words—Action research, education and teaching practice.

Introducción

En los escenarios de la investigación de las ciencias de la educación se han generado grandes cambios que enmarcan diferencias significativas en las dimensiones ontológicas, epistemológicas, éticas y metodológicas, principalmente en la forma de abordar el objeto de estudio, lo cual implica la presencia de diversos métodos de investigación que permiten vislumbrar diferentes enfoques de una misma situación o tema de estudio.

La relevancia de lo anterior radica en que la investigación de la educación en el siglo pasado estuvo delimitada por el enfoque cuantitativo, dirigido por el método científico propio del paradigma positivista, con características concretas a la relación sujeto-objeto, la experimentación, la objetividad, verificación, validez y confiabilidad como condiciones indispensables para abordar una situación problemática. A partir de ello se hace necesaria la búsqueda de formas alternas para el progreso de la investigación educativa; paulatinamente se asume un nuevo enfoque de corte cualitativo para los estudios de la educación, haciendo uso de diseños novedosos, flexibles, pero a su vez rigurosos y sistemáticos, lo que ha permitido el avance de la educación a través de la investigación cualitativa y que hace una gran diferencia con dicho enfoque.

Para González (citado por Cifuentes, 2011: 24), los enfoques “suponen comprender la realidad como totalidad, para dar cuenta de procesos, estructuras, manifestaciones culturales, que definen la dinámica y organización social; clarificar las concepciones, comprensiones y sustentos referidos a las problemáticas, sujetos, contextos, intencionalidades e interacciones. [...]”. Ahora bien, para explicar las formas de producir conocimiento, Habermas (2009) sugiere una clasificación para acercarse a la realidad y una de esas formas la denomina intereses, a saber: técnico, práctico y emancipatorio. Cada una de estas formas promueve distintas alternativas de investigación, que permiten definir el sentido con que se investiga, se generan categorías de conocimiento, se definen las intencionalidades, concepciones y metodologías para abordar o acercarse al objeto de estudio.

¹ Mtro. En Práctica Docente David Velázquez Profesor de Bachillerato Tecnológico en Contaduría y Administración; estudiante del Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma del Estado de México Norte. dae_lcn@yahoo.com.mx (autor correspondiente)

² Dr. René Pedroza Flores Profesor e Investigador de tiempo completo en área de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma del Estado de México. renebufi@yahoo.com.mx

³ Lic. Franklin Incio Humanchumo estudiante de la Licenciatura en lenguas por la Universidad Autónoma del Estado de México franklinivan2@hotmail.com

Los métodos cualitativos fueron aplicados en el ámbito académico estadounidense desde las primeras décadas del siglo XX, siendo la Escuela de Chicago el primer lugar en divulgarlos. De acuerdo con sus pioneros, el término metodología cualitativa refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos, las propias palabras (habladas y/o escritas) de las personas involucradas y desde luego la conducta observable (Taylor y Bodgan, 1990).

Pérez Serrano (1994: 46) define la metodología cualitativa “como un proceso activo, sistemático y riguroso de indagación dirigida, en la que se toman decisiones sobre lo investigable en tanto se está en el campo de estudio. Desde esta perspectiva se reconoce que los investigadores de corte cualitativo al realizar una investigación hacen descripciones muy precisas de situaciones, sucesos, personas, objetos, interacciones y comportamientos observables, incluyendo el sentir de los propios participantes, así como sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal y como los mencionan los actores involucrados en la investigación.

En atención a Habermas se puede inferir entonces que existen tres paradigmas para conocer la realidad: El primero es empírico-analítico, con un interés técnico, y con un propósito concreto, el de predecir y controlar; el segundo el histórico-hermenéutico, de interés práctico, con intencionalidades de ubicación y orientación, y por último el sociocrítico, de interés emancipatorio, que se propone descubrir y romper (Colmenares, 2012). A partir de cada una de estas formas de conocimiento se asume una visión ontológica, epistemológica, metodológica y ética que orienta al investigador sobre cómo va a encaminar su objeto de estudio; es decir, cómo se va a relacionar el conocimiento con la realidad, incluso cómo se van a presentar los resultados.

En el caso concreto del paradigma sociocrítico y para efectos de esta investigación de corte cualitativo, es preciso referir a Egon G. Guba quién diferencia el positivismo y el pospositivismo desde una postura epistemológica, dando solución a la problemática; incluyendo los valores explícita y activamente en el proceso de investigación y en atención a los tres paradigmas para conocer la realidad se infiere en lo siguiente:

- 1) Una ontología objetiva crítica
- 2) Una epistemología subjetivista, en el sentido de incluir los valores
- 3) Una metodología dialógica transformadora.

Es importante mencionar que para el paradigma socio crítico es menester una metodología que permita desarrollar los procesos de la investigación; que estará representada por la investigación - acción que orientará los procedimientos, técnicas e instrumentos utilizados a luz ontoepistémica del investigador. Según Guba (1997) Una visión pragmática, permite una relación dialéctica entre la filosofía y la práctica investigativa, estudiar partiendo de una metodología no requiere simplemente de examinar el ejercicio de método, es estudiar una forma de conocer; en otras palabras, la metodología y la epistemología están seriamente vinculadas. Las formas de saber son guiadas por suposiciones sobre lo que se investiga y por suposiciones relativas a la naturaleza del fenómeno que se indaga, por lo que la preferencia por cierta metodología no sólo estriba en la probabilidad de mejorar la práctica real, sino en que se estima que ello arrojará algo de luz sobre la comprensión de esa práctica.

A pesar de las diferencias que existen entre la metodología cuantitativa y cualitativa en el hacer científico, para las ciencias de la educación el enfoque cualitativo, se vislumbra como una alternativa metodológica válida para el acercamiento al objeto de estudio. A la par, también debe considerarse que las aportaciones y alcances de esta metodología ofrecen una gran diversidad de modalidades tradicionales metódicas que se pueden emplear, que van desde los estudios interpretativos, etnográficos, fenomenológicos, experiencias de vida, entre otros más, hasta los estudios socio críticos o socio constructivistas, como es el caso de la IA que se empleará para dar respuesta y/o alternativas de solución a la problemática enfocada.

Origen de la Investigación-Acción

Lacouture (1996) señala a la Investigación Acción como una de las innovaciones educativas del siglo XX. Su origen se remonta al movimiento de la ciencia en educación; vertiente inspirada en las prácticas de Paulo Freire (1974) quién describía el acto pedagógico como dialógico, respetuoso y humanizante, dónde la subjetividad y la objetividad no están contrapuestos, sino que funcionan como agentes complementarios y el sentido común y el conocimiento científico se actualizan y compenetran mutuamente (Freire, 1993).

No obstante, la IA fue formalizada y aceptada por la comunidad científica gracias a la contribución de Kurt Lewin, quién mostró gran interés por explicar el carácter dinámico de los procesos psicológicos, así como sus relaciones y los cambios estructurales inmanentes. La raíz de la propuesta de Lewin incorpora los principios éticos aristotélicos (Goddin, 2011) al afirmar que existe una interdependencia dinámica y recíproca entre las acciones, decisiones y juicios del ser humano y el entorno.

Convenientemente, la producción del conocimiento sucede a una crisis social, los vertiginosos cambios en la sociedad originados durante la segunda guerra mundial, exigió atención inmediata, por su parte Elliott (1993) definió la investigación acción como el estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma y se entiende como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas en el profesorado que tiene por objetivo ampliar la comprensión de los docentes de sus problemas prácticos. Con Kemmis (1984) la investigación acción no sólo se consolida como ciencia práctica y moral, sino también como ciencia crítica.

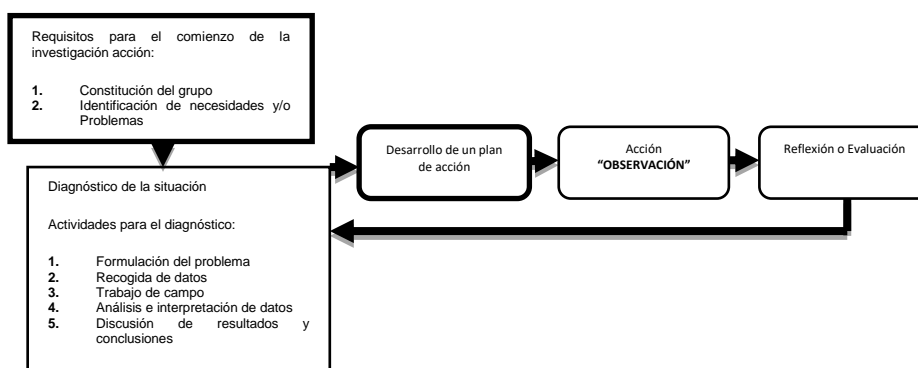
La incursión más evidente de la investigación-acción, tuvo lugar en la década de los 80's cuando Lawrence Stenhouse instauró la figura del profesor como investigador en el Centre for Applied Research in Education (Centro para la investigación aplicada a la educación), promoviendo el quehacer científico docente en países como Reino Unido, Australia, Canadá, Alemania, Austria e Islandia y extendiendo la red de investigación incluso a Estados Unidos y España. Los temas discutidos en la época fueron: La naturaleza de la acción educativa y su relación con el saber, la investigación acción educativa y el desarrollo del conocimiento profesional, problemas de promoción e institucionalización y métodos de recolección y análisis de datos (Elliot, 1990).

El incipiente esfuerzo por mejorar la dinámica en las aulas dio cabida a dos grandes experimentos, poniendo a prueba la investigación acción, estos proyectos fueron el Humanities Project (Proyecto de humanidades) y el Ford Teaching Project (Proyecto de enseñanza de Ford), más recientemente el TIOL (Teacher-Pupil Interaction and the Quality of Learn). Ante la polémica manifiesta proveniente de un arraigado positivismo, surge el modelo de racionalidad técnica el cual sostenía que toda la enseñanza debía estar basada en la investigación y que la investigación y el desarrollo del currículum son el terreno de los profesores; el currículum se convierte entonces en un medio de estudiar los problemas y efectos de poner en práctica una línea definida de enseñanza. El profesional adquiere una mejor comprensión de su trabajo y en consecuencia la enseñanza mejora.

Método

Con base en la naturaleza de esta investigación, se optó por trabajar desde la perspectiva fenomenológica, siendo el eje de referencia el modelo IA cuya propuesta metodológica está integrada por cuatro fases: Elaboración del diagnóstico, construcción de planes de acción, ejecución y, por último, la reflexión permanente de los involucrados en la investigación.

Figura 1. Proceso de Investigación-Acción



Fuente: Elaboración propia con base en Bravo (1994)

De acuerdo con Montero y León (2007), por presentar datos empíricos originales producidos por los autores y enmarcados dentro de la lógica epistemológica de tradición subjetivista fenomenológica, la investigación cualitativa parafraseando a Taylor y Bodgan (1990), es un modo de encarar el mundo empírico desde una

perspectiva holística, porque las personas y su entorno son abordados como un todo... es inductiva porque permite desarrollar conceptos partiendo de datos empíricos... Su diseño es flexible, pues otorga importancia a todos los detalles, a todos los marcos referenciales de la gente... Y según Dugua-Cahtagner (2007) Es humanista porque recupera el aspecto humano de la vida social que se pierde en la vacuidad de una cifra estadística.

A fin de conocer la concepción de sus objetivos educativos y la construcción de los significados derivados de su labor pedagógica, debió cuidarse que los instrumentos seleccionados para el estudio captaran información fidedigna acerca de la simbolización que los docentes realizan durante el proceso educativo, en donde ellos mismos son protagonistas. Para escudriñar en el marco interno referencial se implementó la técnica cualitativa llamada grupo focal debido a la efectividad demostrada para indagar de manera asertiva durante el abordaje de temas y poblaciones diversas (Hamui y Varela, 2012).

Con el objeto de identificar las necesidades y/o problemáticas un grupo de docentes del nivel de educación media superior, la etapa de diagnóstica se realizó a través de la técnica del grupo focal ya que de acuerdo a Krueger (citado en Balcázar, González-Arratía, Gurrola y Moysén, 2006) se trata de una herramienta que permite entender cómo se forman las diferentes perspectivas y actitudes de un hecho o de investigación aplicada, la cual consistió en una entrevista grupal semidirigida, con duración de una a dos horas, donde se alternaron preguntas por parte del moderador y las respuestas de los participantes, brindando un espacio de opinión para captar el sentir, pensar y vivir de los docentes seleccionados sobre un tema conocido, provocando auto-explicaciones para advertir las tendencias, opiniones y actitudes en la interacción con otros individuos (Morgan, 1998; como se citó en Balcázar et al., 2006).

Algunas ventajas metodológicas del estudio realizado se enlistan continuación:

- El trabajo desde un enfoque cualitativo hace factible la aproximación sensible al objeto estudiado, contrario a la metodología cuantitativa construida en torno a la educación cuyo énfasis por el desarrollo de la conciencia racional, desde la cual pareciera que la racionalidad generara más conciencia y compromiso con la realidad. Una interpretación más positiva es la que nos ofrece Lebaron (2004), quien considera la dimensión simbólica de las realidades sociales para beneficio de estas.
- Implementar la IA de acuerdo con Velázquez (2017) permite la movilización y el reforzamiento de las organizaciones de base y finalmente, el mejor empleo de los recursos disponibles con base al análisis crítico de las necesidades y las opciones de cambio, el proceso cíclico de la investigación acción es generador de nuevos conocimientos.
- Para Yuni y Urbano (2005:138-139) “La Investigación acción se enmarca en un modelo de investigación de mayor compromiso con los cambios sociales, por cuanto se fundamenta en una posición respecto al valor intrínseco que posee el conocimiento de la propia práctica y de las maneras personales de interpretar la realidad para que los propios actores puedan comprometerse en procesos de cambio personal y organizacional”.
- La concepción socio-constructivista, aborda la noción de diálogo que surge en las teorías sociales como un vuelco desde una mirada uniforme de las ideas a una mirada que reconoce la diversidad y abre un espacio que facilita la construcción común de conceptos a través del logro de consensos, acuerdos y entendimientos reconociendo las diferencias entre los actores. Desde esta perspectiva, el énfasis del diálogo está en la pluralidad y su eje se encuentra en la voluntad de los distintos participantes, que decidieron libremente formar parte de un proyecto común.
- Por su parte, el grupo focal permite, además de vislumbrar el sistema de referencia de los participantes a partir de la interpretación resultante de las distintas interacciones subyacentes al contexto educativo, conocer las estructuras semánticas compartidas. Por consiguiente, dada la complejidad de las representaciones sociales, en lo que atañe a la generalización de los datos, el grupo focal no responde a criterios estadísticos, sino estructurales; es decir, a su representatividad de determinadas situaciones en la práctica cotidiana (Balcázar, 2011).
- Es de suma importancia considerar que, al generar las atribuciones correspondientes, las causas difieren según las experiencias de vida, edad, sexo, profesión, antigüedad en la docencia y estado civil; es decir, a aspectos sociodemográficos.

La información desde la metodología elegida para esta investigación requiere desarrollarse en cuatro etapas principales para su análisis e interpretación (Patton, 1986, 1990; Miles y Huberman, 1994 y Silverman, 1994).

- **Análisis descriptivo:** La descripción y análisis de la información cualitativa están estrechamente vinculados. Este análisis incluye una descripción de la finalidad del estudio, la localidad y personas comprometidas, y sus generalidades usualmente se presentan en la introducción del informe.

El análisis descriptivo se centra en el cómo, dónde y quién recolectó la información, lo cual implica revisar la información, identificar vínculos, patrones y temas comunes, ordenar los hechos y presentarlos como son, sin agregar ningún comentario sobre su importancia; es decir, quedan omitidos los juicios de valor.

El orden de los resultados puede ser cronológico, según la secuencia de observación de los hechos, o jerárquico, de acuerdo con la importancia de los temas. La introducción y la sección del análisis descriptivo (resultados) del informe deben responder a las preguntas básicas. Para efectos de reporte de los hallazgos preliminares, la sección de la introducción indica datos como el lugar debidamente descrito, fecha, motivos, expectativas, participantes y su descripción correspondiente.

- **Sección de resultados:** Proporciona información referente al método; así como los instrumentos seleccionados. En el análisis descriptivo se debe incluir detalles suficientes para permitir que el lector vea qué pasos se siguieron durante la investigación, cómo tomó decisiones metodológicas o si hubo cambios de dirección y porque se hicieron, considerando que la IA es flexible y puede adaptarse en función a su óptimo desarrollo.

Los hechos tienen que presentarse de manera clara, coherente y completa antes de que puedan ser interpretados. Una característica muy importante del análisis es la verificación, seguida de la verificación cruzada (triangulación) de la información a fin de establecer la calidad y confiabilidad de los resultados.

Para la Interpretación, es menester determinar el significado de los resultados y cuán significativos son en su contexto específico. Las razones que motivan ciertas prácticas y la influencia de los factores socioculturales sobre ellas pueden analizarse con el aporte de las múltiples perspectivas del equipo de estudio ¿Qué significan los resultados? ¿Cómo surgieron los resultados? ¿Cuáles son las posibles explicaciones de los resultados? ¿Se ha respondido a todos los por qué? ¿Algunos requieren investigación adicional? son algunas de las preguntas que deben ser respondidas por el equipo de estudio al interpretar los resultados del estudio.

- **Juicio:** Ha de dictaminarse el análisis descriptivo y la interpretación de los resultados, en último término, permiten evaluar los resultados como positivos, negativos o ambos y determinar sus razones. Los valores del equipo de estudio y de las partes interesadas influyen en los resultados del estudio. Generalmente, la interpretación y juicio de los resultados se presentan en la sección de discusión, es importante lograr un equilibrio justo entre los aspectos positivos y negativos. Los resultados positivos deben recalcar sin dejar de lado los negativos. De igual manera, los resultados negativos no sólo deben enumerarse, sino discutirse de modo que exploren posibles soluciones prácticas o remedios factibles. La sección de discusiones debe preceder a las conclusiones, las que pueden presentarse en la misma sección o por separado.
- **Formulación de algunas recomendaciones para la acción basadas en el análisis, interpretación y juicio de los resultados del estudio:** La sección de recomendaciones de un informe generalmente debe seguir a la discusión y conclusiones y debe abordar las siguientes preguntas. ¿Cuáles son las implicaciones de los resultados, basadas en su análisis, interpretación y juicio? ¿Cuáles son las deducciones para otros proyectos que puedan estar interesados en aprender de los resultados? ¿Qué debe hacer este estudio y otros interesados con los resultados del presente estudio?

Resultados

Durante la etapa diagnóstica, se efectuó un encuentro directo con el objeto de estudio: Un grupo conformado por 20 docentes de Bachillerato, 10 mujeres y 10 hombres con una media de edad de 34.5 años, todos ellos con formación universitaria en licenciaturas como: Pedagogía, Administración, Filosofía, Lenguas, Contaduría y Derecho e Ingenierías química y matemática y un rango de antigüedad en el magisterio de entre 2 y 19 años, el grupo fue dividido en dos partes por lo que se realizaron dos grupos focales en sesiones de 90 minutos cada una, las cuales fueron grabadas con el consentimiento de los participantes.

Como base de la exploración inicial se tomó como eje temático el modelo hermenéutico y con categorías de análisis (importancia y fines de la educación, movilización del aprendizaje, motivación para la enseñanza y el aprendizaje y compromiso ético) para elaboración de la guía de preguntas.

A partir del análisis cualitativo desde la IA se extrajeron las lexías que señalan las problemáticas de la práctica educativa desde el sentir de los participantes del estudio, en función de las cuales se establece el plan de acción.

Discusión

El propósito de efectuar la IA como alternativa metodológica es que ésta, permite estudiar la realidad a la que se enfrenta el docente al querer perfeccionar, comprender, entender y al mismo tiempo lograr su transformación de su praxis; es inevitable que se plantee la necesidad de asumir una concepción socio-constructivista de la realidad educativa en la que se encuentra, para lo cual es preciso generar espacios de diálogo, análisis y reflexión que lo posibiliten en la co-construcción del conocimiento y a su vez intervenga en la resolución de los problemas que enfrentan y generar los cambios necesarios.

En ese sentido, los participantes del estudio coinciden en que el profesor debe ser modelo de inspiración para sus alumnos; y es por ésta razón que se propone la IA como metodología de intervención en la que el profesor es el actor principal de su labor ya que puede identificar problemáticas en correspondencia a las necesidades inmanentes y a su vez oferta de propuestas de solución para trascender en el desempeño áulico al educar y formar a otro ser humano, aquí algunos ejemplos citados textualmente *"nos parezca o no, la exigencia de los alumnos reside en la utilidad de lo que está aprendiendo"* *"en casa como en el estado necesitan que salga y trabaje, no que se prepare, sumemos la falta de un proyecto de vida y luego el contexto"* *"en ocasiones proyectamos demasiado en los alumnos, esperamos que accione y esperamos mucho de ellos, no hacemos un esfuerzo por entender su realidad"* *"nos parezca o no, la exigencia de los alumnos reside en la utilidad de lo que está aprendiendo"*.

En palabras de Emile Durkheim (citado en Zammito, 2004) el conocimiento es propiedad de una colectividad; es decir, el conocimiento emula la estructura de la sociedad, por tanto, los fenómenos estructurales emergentes desembocan en problemáticas sociales que deben ser abordadas desde una metodología amplia que considere los significados del objeto de estudio, de ahí la importancia de emplear un paradigma alternativo.

En seguida se reportan las lexías que dilucidan la construcción teórica inherente a la praxis docente *"Se reforma para una población de estudiantes que no existe"* *"Es desmotivante al menos para mí saber que no existe correspondencia entre el nuevo modelo educativo y la realidad que se vive en las aulas"* *estamos formando alumnos indefensos, ahora se les dan recetas para acallar sus emociones"*, *"nos están orillando a educar para las necesidades que respondan al mercado laboral"* *"veo en los alumnos falta de conciencia, de objetivos y de valores"* *"...es fácil trabajar con alumnos buenos y descartar los malos...pero desde el nuevo modelo debemos reconocer al estudiante que no es bueno en matemáticas, pero si sabe trabajar en equipo, es honesto, es respetuoso capaz de socializar y trabajar en equipo con el otro y con lo otro, es decir, que tenga esa iniciativa de del aprendizaje solidario"*.

Con base en los cánones del paradigma metodológico cualitativo y ante la acuciante necesidad por mejorar las prácticas pedagógicas desde la concientización ético-pedagógica ha de considerarse la dimensión simbólica de las realidades sociales, el conocimiento no se produce al percibir pasivamente a los individuos, sino grupos sociales interactuantes que participan en actividades particulares, y las representaciones son activamente fabricadas de sus referentes, producidos a partir de recursos culturales disponibles.

La riqueza del grupo focal (Lehoux et al., 2006), reside en la pluralidad y su objetivo en descubrir una estructura de sentido compartida por el grupo, fundamentada en los aportes de los miembros del mismo respecto a lo planteado inicialmente por el entrevistador; las preguntas y respuestas generan una dinámica grupal, en la que cada quien comparte sus ideas, opiniones y experiencias, debatiendo con los otros sus puntos de vista y preferencias, sin que sea una simple conversación entre los miembros (Balcázar, 2011).

Asimismo, los participantes de la investigación se convirtieron en investigadores activos, participando en la identificación de las necesidades o problemas a intervenir, en la recolección de información, en la toma de decisiones, en los procesos de reflexión y acción. Lo primordial es puntualizar para delinear un marco conceptual heurístico e identificar la investigación central, analizando las situaciones problemáticas, contingentes y prescriptivas (Elliot, 1990).

Si bien, la investigación cualitativa no persigue probar hipótesis, conlleva una metodología heurística que permite relatos empíricos de las relaciones de medios y fines percibidos a fin de descubrir diferentes formas de crear sentidos o supuestos de causalidad subjetiva en cursos de vida individuales con respecto a decisiones y resultados que dan forma a la biografía de los involucrados. Es una forma de realizar investigación que puede utilizarse para entender cómo se forman las diferentes perspectivas y actitudes de un hecho o de investigación aplicada (Krueger, 1988, como se citó en Balcázar, González-Arratia, Gurrola y Moysén, 2006).

La escritora Collete Dugua Chatagner (2007) recalca la importancia del lenguaje, al expresar que el ser humano vive al mismo tiempo en dos mundos: el real y el simbólico, el segundo da sentido al primero, mediante una multitud de símbolos concentrados en un sistema nombrado lenguaje (sistema simbólico por excelencia), creando así un mundo interior, el cual permite expresar la realidad humana en tres dimensiones, física, mental y espiritual.

Es a través de cada una de las formas de expresión de la subjetividad social que en síntesis expresa, a nivel simbólico y de sentido subjetivo del conjunto de aspectos objetivos macro y micro, que se articulan en el funcionamiento social y ese es el propósito fundamental de esta investigación, el encaminar el proceso educativo hacia un modelo humanista. Es decir, desarrollar el vínculo con la realidad a través de lo socialmente significativo, dando sentido a la formación humana; donde se determinen estrategias didácticas que involucren a los agentes que intervienen en el proceso educativo en una actividad consciente.

Conclusiones

La construcción colectiva de soluciones requiere una deducción e interpretación de la naturaleza interactiva de la problemática planteada, para poder dar importancia al contexto donde se producen los hechos a investigar. Paulo Freire (citado en Dugua- Chatagner, 2007) consideraba el acto educativo como esencialmente político y ético, cuya propuesta apunta a construir una realidad distinta a partir de la cultura de los educandos, de su conocimiento de sentido común y de un aprendizaje consciente, crítico, que transforma a la labor docente en una práctica democrática centrada en la pregunta y la investigación (Freire, 1974). Dicha transformación es necesaria, ante la emergente política educativa neoliberal, punta de lanza para que la labor docente se replantee y adopte una pedagogía humanista crítica, la cual concibe a la educación como un proceso intencional que ayude a movilizar a la sociedad hacia un futuro sustentable y sostenible

Por lo tanto, el docente tendría que ser protagonista durante los cambios consecuentes y quedaría obligado a cuestionar el statu quo y a sugerir adecuaciones a las prácticas actuales, pero sobre todo a cultivar valores, la imaginación, las emociones y la voluntad. Esto tiene implicaciones cruciales para lo que el docente elija enseñar, cómo lo enseñe y qué valores e identidades sustenten tales elecciones. Debe existir en virtud de la posesión, por parte de la figura docente, de un mínimo de ciertas capacidades básicas de agencia, como lo son el sentido de la justicia y el sentido del propio bien.

Estudios previos, refieren que la investigación acción es una forma de intentar mitigar todos obstáculos en su ambiente natural. Dicha posibilidad debe estar mediada por un proceso reflexivo en el que los participantes analizan sus roles mientras intentan descubrir y monitorear los cambios potenciales en su percepción y en paralelo a la transformación de sus prácticas educativas (Leal, 2009).

Vale la pena considerar que la generación del conocimiento debe trascender del texto a la vida real, haciendo visible la actividad teórica en la práctica e incidiera directamente en la resolución de problemas; Cifuentes (2011) señala que el conocimiento debe transformar la realidad, hacerse más pertinente en relación con un método de trabajo educativo renovador, con fundamentos de creatividad y diálogo. Agrega que Fals Borda afirmó que desde la investigación y la acción social se pueden promover procesos permanentes de construcción del conocimiento con rigor, elaborando instrumentos y exigiendo continuidad (evaluación, control, seguimiento).

Si se piensa en la educación como un intento de reconceptualizar el propio desarrollo y el proceso interactivo con el entorno, entonces se habla de un proceso reflexivo y no meramente adaptativo. La educación es el acto de hacerse más humano, los niños sirven como proyecciones de la propia experiencia, divididos pero conectados, la concepción de ellos revela lo que más aprecia o teme la figura que lo forma o educa.

La investigación acción no se centra en la mera práctica de un procedimiento, a través de dicha metodología, los investigadores dan cuenta de que pueden y tienen derecho a influir en la profesión en conjunto a

través de la reflexión de sus prácticas pedagógicas y el compromiso en la búsqueda de soluciones específicas a los problemas (Rainey, 2011).

Mientras más investigadores se interesen y participen en la interpretación y juicio de los resultados del estudio, más fácil será reflejar sus intereses en las recomendaciones. Las sugerencias prácticas y factibles deben incluirse claramente en las recomendaciones. Para el análisis de datos es necesario que durante y después del trabajo de campo, los investigadores cualitativos no se limiten simplemente a fungir como contadores técnicos que archivan los datos de tal o cual categoría, a medida que los análisis surgen de los datos, es fundamental el trabajo activo y mental que se desarrolla a partir de la interpretación significativa, el cual es un proceso mental activo en el que se deben organizar los datos en un "esquema conceptual en lugar de tratarlos de manera separada, porque la investigación es más importante que una búsqueda de hechos (Miles y Huberman 1984, citado en Guba, 1997: 146).

La causa principal de la puesta en práctica de la investigación acción educativa radica en los callejones teóricos en los que muchas de disciplinas de las ciencias sociales se encuentran. En lugar de resolver el problema del individuo versus grupo tanto en definición como en acción, la tensión entre ellos debe ser, en efecto, preocupación no tanto en generalizar resultados sino en la garantía de que éstos servirán para beneficio de quién los obtenga.

Es una realidad que el docente además de enseñar, debe resolver necesidades inherentes como adaptar y acomodar las disposiciones legales a su contexto escolar concreto, atender a los alumnos, cuidar las relaciones personales con ellos y a la vez cumplir con las obligaciones que le vienen descritas desde el exterior; no obstante, el nuevo horizonte vislumbrado por el sistema no contempla la motivación intrínseca del docente pero tampoco del alumno, centrandolo en el resultado más que en el esfuerzo.

La actual tendencia en el campo educativo exige estudios que ayuden a recuperar la visión del ser humano, en su carácter de ser pensante, actor y autor de sus actos, que construye su historia y cultura. En estas líneas, está presente el trabajo de John Dewey, cuyo cuestionamiento sobre la separación entre la teoría y la práctica dio origen a la búsqueda de estrategias para mejorar la práctica docente.

Si se parte de la idea que la educación es un proceso lineal diseñado para crear una persona ideal, es posible rechazar su positivismo correctamente. Pero si se piensa en la educación como un intento de reconceptualizar el propio desarrollo y la relación con el entorno, entonces es una actividad reflexiva y no meramente adaptativa. La educación es el acto de humanizarse, los alumnos sirven como proyecciones de la propia experiencia del docente, divididos pero conectados, la concepción del docente acerca de ellos revela lo que más se aprecia o se teme.

Egon Guba sostiene que, un paradigma puede describir un conjunto de relaciones de forma tal que cualquier representación simbólica parece mapear un fenómeno complejo, pero es meramente el producto de la actividad reflexiva del descriptor del paradigma. Primero vivir los valores para poder describirlos. Los valores y poderes vinculan con lo que se puede hacer y lo que debe importar hacer en el mundo (Guba, 1997).

La participación activa de los actores sociales involucrados durante el desarrollo del proceso heurístico permitirá la toma de decisiones sobre las acciones por programar, ejecutar, replantear o reorientar a lo largo de la experiencia, el análisis y reconocimiento de las dificultades, debilidades y contradicciones en el ámbito objeto de estudio y las subsecuentes propuestas de acción y perspectivas de cambio social a implementar. En cuanto a la acción comunicativa se torna necesaria en la generación de propuestas, el establecimiento de canales de comunicación horizontal y vertical entre los diferentes actores sociales involucrados en la experiencia, el procesamiento y posterior divulgación de la información generada en la investigación.

A modo de conclusión, en cuanto a la correlación que existe entre el conocimiento y la acción en la práctica de una realidad cotidiana, compleja y dialéctica, en la que se encuentra esta investigación da oportunidad a los protagonistas que participan en ella a reflexionar sobre los diferentes procesos, acciones, estrategias y actividades en las que se involucran para que se indague, y, juntos, conformar propuestas viables para aportar soluciones transformadoras, emancipadoras e innovadoras a las problemáticas presentadas o en las que se encuentra el objeto de estudio.

Referencias

Balcázar, P., González-Arratia, N. I., Gurrola, G. M. y Moysén, A. (2006). Investigación cualitativa. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Revista Latinoamericana de Educación. Voces y silencios*, 3 (1), 112-115.
- Freire, P. (1974). *Concientización: Teoría y Práctica de la Liberación*. Ed. Búsqueda: Montevideo.
- González R. (2007) *Investigación cualitativa y subjetividad. Los procesos de construcción de la información*. México: McGraw Hill.
- Goodin, Robert .(2011). *The Oxford Handbook of Political Science*. Nueva York: Oxford University Press.
- Guba, Egon G. (1997), *The Paradigm Dialog*, Estados Unidos, Sage.
- Habermas, J. (2009), “Ciencia y técnica como ideología”, en *Ciencia y técnica como ideología*, Madrid, Tecnos, 53-112 pp.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Como planificar la investigación-Acción* Barcelona: Laertes.
- Lacouture, G. (1996). El legado de Kurt Lewin. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 28 (1), 159-163.
- Leal, E. (2009). *La Investigación Acción Participación, un aporte al conocimiento y a la transformación de Latinoamérica, en permanente movimiento*. Vol. 33, N°. 67,
- Lehoux, P., Poland, B. & Daudelin, G. (2006). Focus group research and “the patient’s view”. *Social Science & Medicine*, 63, 2091-2104. Recuperado de <http://journals.elsevier.com/02779536/social-science-and-medicine/>
- Pérez Serrano, G. (1998). *Investigación cualitativa: Retos e Interrogantes. La Investigación-Acción*. Tomo I. Madrid: Muralla.
- Rainey, I. (2011). *Grassroots Action Research and the Greater Good. Profile: Issues in Teachers' Professional Development*, 13 (1), 31-54.
- Taylor, S y Bodgan, R (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Argentina: Paidós Studio.
- Zammito, John (2004), *A Nice Derangement of Epistemes: Post-positivism in the Study of Science from Quine to Latour*, Estados Unidos, University of Chicago.

ANÁLISIS PRELIMINAR DEL CLIMA DE SEGURIDAD DE UN HOSPITAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Dr. José Daniel Velázquez-Martínez¹, MC. Leticia Téllez-González²,
Dr. Jaime Santos-Reyes³, Dr. Hugo Cruz-Suárez⁴, M. C. Juan Manuel Hernández-Ramos⁵, M. C. Carolina Solís-Peña⁶ y M. C. Jhonathan Cuellar-Celestino⁷

Resumen—Introducción: Mejorar la seguridad del paciente fue desde hace más de 20 años y sigue siendo uno de los objetivos clínicos y de investigación más relevantes. **Objetivos:** llevar a cabo el análisis preliminar de la dimensión clima de seguridad de un hospital del Estado de Puebla, difundir el conocimiento obtenido en este estudio. **Método y Materiales:** Se llevo a cabo un estudio del tipo observacional, descriptivo, transversal con una muestra por conglomerados, donde se utilizo el CAS-MX-II que fue adaptado del Cuestionario de Actitudes Seguras Americano. **Resultados:** se obtuvo una puntuación de 67.34% que es muy cercana al 75% de respuestas positivas que recomienda la Agencia para la investigación y calidad en salud (AHRQ), pero que también indica que la dimensión clima de seguridad tiene oportunidad para mejorar. **Conclusión:** el clima de seguridad se percibe más como una fortaleza que como una debilidad para el hospital en estudio.

Palabras clave—clima de seguridad, hospital, Puebla, actitudes.

Introducción

La seguridad del paciente es un tema prioritario en la atención médica a nivel nacional como internacional secundario a la alta incidencia y prevalencia reportada por los altos índices de muertes a causa de errores médicos como lo reportan recientemente en Estados Unidos de una tasa de 250 000 casos por año (Makary MA *et al*, 2016), gracias a que se formó la Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente (WHO, 2010) se ha hecho un mayor énfasis para analizar las causas que ocasionan el error humano y proponer estrategias para poder prevenir o disminuir su incidencia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la seguridad del paciente (SP) como la ausencia de un daño innecesario, real o potencial, asociado a la atención sanitaria. (Hamui-Sutton, A. *et al* 2015) Por lo que uno de los puntos principales para evitar la posible aparición de esos errores y aprender positivamente de los mismos, es tener una cultura positiva sobre seguridad del paciente (Velázquez-Martínez, *et al*, 2016). Así, la cultura de seguridad del paciente (CSP) se define como “el conjunto de valores, actitudes, percepciones, competencias y objetivos, tanto individuales como de grupo, para disminuir los riesgos y daños al paciente”. (Santacruz-Varela J, *et al* 2011) Diversos estudios demuestran que al implementar de forma positiva una CSP en el entorno de trabajo se previene la aparición de incidentes y eventos adversos, debido a que se consideran y reconocen los factores que contribuyen a un incidente y además permite determinar la causa que los origina, identificar los sucesos que le preceden, modificar procedimientos y aprender de los errores para evitar la reaparición de estos, como lo menciona el grupo de (Velázquez-Martínez, *et al*, 2016 y Hamui-Sutton, A. *et al* 2015). Identificar que cada hospital requiere una estructura y herramientas para mejorar la seguridad y calidad de la atención al paciente hace necesario el reconocimiento de eventos adversos y fuentes de riesgo como una prioridad en todos los hospitales (Spell N. Chapter, 2012). Situación fundamental cuando se trata de centros de formación de recursos humanos para la salud.

¹ Dr. José Daniel Velázquez-Martínez, es Profesor de Ingeniería Industrial y Administración en la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. danielonmx@gmail.com (autor corresponsal)

² La MC. Leticia Téllez-González es Profesora de la Facultad de Medicina en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. letitellez04@hotmail.com

³ El Dr. Jaime Santos-Reyes es Profesor de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. danielonmx@gmail.com

⁴ El Dr. Hugo Cruz-Suárez es Profesor de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. danielonmx@gmail.com

⁵ El M. C. Juan Manuel Hernández-Ramos es Profesor de Ingeniería Industrial y Administración en la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. danielonmx@gmail.com

⁶ La M. C. Carolina Solís-Peña es Profesora de Ingeniería Industrial y Administración en la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. danielonmx@gmail.com

⁷ El M. C. Jhonathan Cuellar-Celestino es Profesor de Ingeniería Industrial y Administración en la Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. danielonmx@gmail.com

Durante las últimas décadas se ha desarrollado un movimiento en favor de la calidad en la atención hospitalaria que ha enfatizado la CSP y la disminución de errores médicos, como parte de esta tendencia, se han descubierto formas sólidas para medirla y, hasta cierto punto, mejorar la SP. (Alenezi, A. *et al* 2019), una estrategia útil para evaluar la SP es la aplicación de cuestionarios (Colla, JB. *et al* 2005), que permiten obtener información más exacta con la cual podemos estandarizar datos, favoreciendo el análisis estadístico para así diagnosticar en qué situación se encuentra la CSP y con ello mejorar el grado de conciencia sobre la SP (Hamui-Sutton, A.,2015). Además permiten detectar la necesidad de capacitación del personal (incluyendo aquellos en formación), formular y cumplir acciones que favorezcan la SP, evaluar acciones o programas específicos y evaluar los cambios a través del tiempo como en el caso de las cadenas de Markov (Velázquez-Martínez, et al, 2016), hasta el momento el instrumento que más es utilizado a nivel internacional es el propuesto por la Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) el cual es un cuestionario de actitudes seguras Americano (Alenezi, A. *et al* 2019), diversos países como Estados Unidos, México, España, Alemania, incluyendo China lo han adaptado y aplicado.(Jiang, K.,et al 2019) En México el CAS-MX-II es el instrumento que fue utilizado para este estudio y el cual fue adaptado del Cuestionario de Actitudes Seguras Americano (SAQ) (Sexon JB, et al. 2006) y que también es ampliamente utilizado en varias partes del mundo, (Velázquez-Martínez, et al, 2016). Por otro lado, en varias partes del mundo se han llevado a cabo estudios de la cultura de seguridad, por ejemplo en Alemania se realizó un estudio en el Hospital Universitario evaluando la cultura de seguridad del paciente y la cultura de seguridad ocupacional (Wagner, A.,2018), En México, la Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED) ha utilizado el Cuestionario adaptado de la AHRQ en su aplicación piloto de hospitales de Oaxaca (médicos residentes y médicos pasantes) (Hamui-Sutton, A.,et al 2015.) El "Cuestionario sobre la Seguridad del Paciente en los Hospitales", Hospital Survey on Patient Safety Culture (HSPSC) sigue la metodología propuesta por la AHRQ para analizar las respuestas, y posibilita la descripción del clima de seguridad y la identificación de las fortalezas y debilidades tanto de los servicios médicos como de los hospitales para mejorar la seguridad del paciente (Velázquez-Martínez, et al, 2016). Por lo que el objetivo de este trabajo de investigación es llevar a cabo el análisis preliminar de la dimensión clima de seguridad de un hospital del Estado de Puebla, así como difundir el conocimiento obtenido.

Descripción del Método

Cuestionario utilizado y población de estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo, transversal, con una muestra por conglomerados, mediante la aplicación del CAS-MX-II, para más detalles consultar (Velázquez-Martínez, et al, 2016). En este estudio se presenta el caso de la dimensión clima de seguridad de un hospital del estado de Puebla, el hospital en estudio corresponde al segundo nivel de atención.

El cuestionario consistió de un total de 39 ítems y fueron analizados para este estudio 10 ítems, los cuales corresponden a la dimensión clima de seguridad, para el llenado del cuestionario se utilizó la escala Likert, es decir: "Completamente en desacuerdo" (A), "Ligeramente en desacuerdo" (B), "Neutral" (C), "Ligeramente de acuerdo" (D), y "Completamente de acuerdo" (E). Así como también se obtuvo y utilizó la información demográfica de los participantes. El cuestionario fue suministrado uno por uno y de forma voluntaria en el área de investigación por los investigadores, garantizando en todo momento el anonimato a los encuestados. Para más detalles ver (Velázquez-Martínez, et al, 2016).

Participantes:

El cuestionario se aplicó al personal al cuidado de la salud que comprendió los siguientes participantes: Personal médico (médicos: residentes, adscritos, etcétera), Personal de enfermería (Jefe(s) de enfermería, enfermeras generales, auxiliares, etcétera.), otros (trabajadoras sociales, técnicos, etc.)

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis estadístico preliminar exploratorio de regresión lineal múltiple para conocer el tipo de relación entre las variables analizadas, determinar qué efectos principales e interacciones son los que más influyen en el clima de seguridad así como también para poder determinar el modelo matemático de regresión que pudiera ayudar a minimizar los efectos significativos y por ende optimizar el clima de seguridad para el hospital en estudio.

Resultados

Del análisis de los resultados, se desprende que de un puntaje total máximo de 50 puntos en escala de Likert para calificar al clima de seguridad, se obtuvo una puntuación máxima por parte de algunos participantes de 46 y una mínima de 18 puntos, con una media de 33.67, una desviación típica de ± 7.208 puntos, un IC al 95%=(30.98,36.36) y $z=0.142$ $p\leq 0.127$, lo que en consecuencia da una puntuación de 67.34% que es muy cercana al 75% de respuestas positivas que recomienda la Agencia para la investigación y calidad en salud (AHRQ) (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2009).

Siguiendo con el análisis de los datos, en el cuadro 1, encontramos una $F(3,17)=1.551$ $p\leq 0.238$, lo que indica que no existe una relación significativa entre la dimensión clima de seguridad y las variables investigadas (edad, años de experiencia, años trabajados en el hospital), además, siguiendo con el análisis de los resultados podemos observar que en el cuadro 2, la variable años de experiencia tuvo una importancia ligeramente mayor, lo cual es observado del valor absoluto de su valor Beta, pero que sin embargo tampoco fue significativa $t(16)=-1.862$ $p\leq 0.080$, así como tampoco fueron significativas las otras dos variables en estudio (edad y años trabajados en el hospital), del cuadro 2, se obtuvo el modelo de regresión o ecuación de regresión con base a los coeficientes típicos (Beta) de donde se obtiene la EC. 1:

$$Z_Y = .512Z_1 - .685Z_2 + .383Z_3 \quad \text{EC. 1}$$

Por otro lado, se midió la fuerza global de asociación entre las variables predictoras y criterio (Cuadro 3), con lo que se obtuvo una $R^2 = 0.215$ lo que indica que solo el 21.5% da la varianza de la variable del clima de seguridad esta predicha por las variables edad actual, años de experiencia y años trabajados en el hospital.

| Hospital | Modelo | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------|--------|-----------|-------------------|----|------------------|-------|---------|
| Hospital | 1 | Regresión | 252.969 | 3 | 84.323 | 1.551 | .238(a) |
| | | Residual | 924.174 | 17 | 54.363 | | |
| | | Total | 1177.143 | 20 | | | |

Cuadro 1. ANOVA: Variables predictoras: (Constante), Años trabajados en el hospital, Edad actual, Años de experiencia

| Hospital | Modelo | | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|----------|--------|--------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------------|--------|------------|
| | | | B | Error típ. | Beta | B | Error típ. |
| Hospital | 1 | (Constante) | 22.354 | 6.076 | | 3.679 | .002 |
| | | Edad actual | .344 | .204 | .512 | 1.688 | .110 |
| | | Años de experiencia | -.580 | .311 | -.685 | -1.862 | .080 |
| | | Años trabajados en el hospital | .439 | .350 | .383 | 1.255 | .226 |

Cuadro 2. Coeficientes: Variable dependiente: total clima de seguridad

| Hospital | Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado corregida | Error típ. de la estimación | Durbin-Watson |
|----------|--------|---------|------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| Hospital | 1 | .464(a) | .215 | .076 | 7.373 | 1.665 |

Cuadro 3. Resumen del modelo: a Variables predictoras: (Constante), Años trabajados en el hospital, Edad actual, Años de experiencia

Por último en la Figura 1, se puede apreciar que en promedio el personal médico, de enfermería y otros al cuidado de la salud tiene una opinión favorable respecto al clima de seguridad que se percibe en sus áreas de trabajo ya que de un total de 50 puntos en la escala de Liker están obteniendo el 67.34% aproximadamente de respuestas positivas (con una percepción de ligero a completo acuerdo).

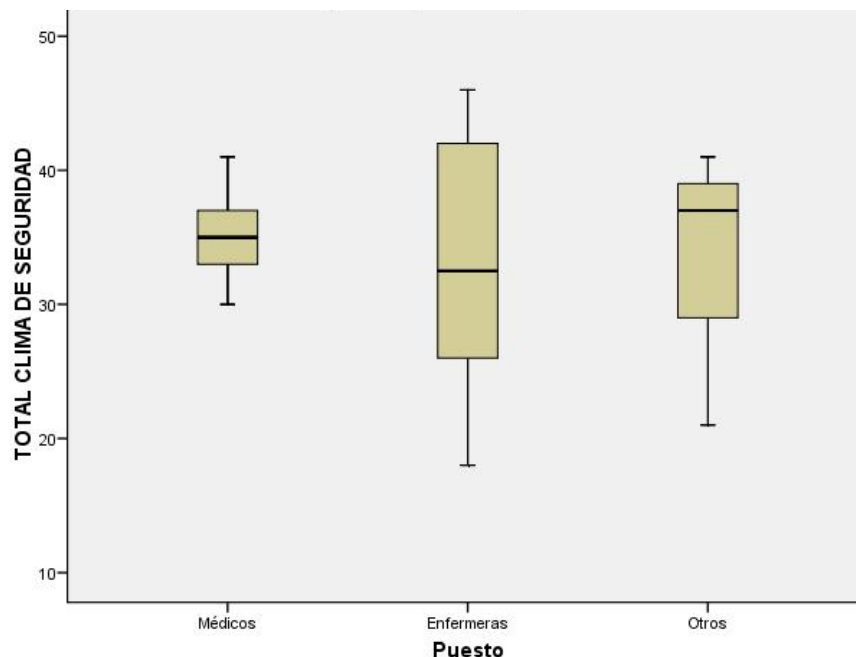


Figura 1. Clima de seguridad por puesto de trabajo.

Comentarios Finales

Recomendaciones:

En general el clima de seguridad está cerca de ser una fortaleza, por lo que hacer análisis de riesgos exhaustivos ayudará a focalizar detalladamente las oportunidades de mejora.

Conclusiones:

Podemos concluir que el clima de seguridad se percibe más como una fortaleza que como una debilidad para el hospital en estudio, pero que es necesario enfocar los esfuerzos a fin de generar un proceso que garantice la seguridad y la calidad. Es necesario llevar a cabo más estudios del clima de seguridad en el personal de salud en hospitales mexicanos, así como difundir el conocimiento.

Referencias

- Alezezi, A., Pandaan, R. P. M., Almazan, J. U., Pandaan, I. N., Casison, F. S., & Cruz, J. P. (2019). Clinical practitioners' perception of the dimensions of patient safety culture in a government hospital: A one-sample correlational survey. *Journal Of Clinical Nursing*.
- Colla JB, Bracken AC, Kinney LM, Weeks WB. Measuring patient safety climate: a review of surveys. *Qual Saf Health Care*. 2005; 14: 364-366. Disponible en: doi 10.1136/qshc.2005.014217.
- Hamui-Sutton, A., Pérez-Castro y Vázquez, J. A., Durán-Pérez, V. D., García-Téllez, S. E., Fernández-Cantón, S. B., Lezana-Fernández, M. Á., & Carrasco-Rojas, J. A. (2015). Percepción de los médicos residentes sobre la cultura de seguridad del paciente en México. *Revista CONAMED*, 20(2), 54–63. Retrieved from Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. *Bmj*. 2016.
- Jiang, K., Tian, L., Yan, C., Li, Y., Fang, H., Peihang, S., Liu, M. (2019). A cross-sectional survey on patient safety culture in secondary hospitals of Northeast China. *PLoS ONE*, 14(3), 1–11.
- Ministerio de Sanidad y Política Social. Análisis de la cultura sobre seguridad del paciente en el ámbito hospitalario del sistema nacional de salud español. Agencia de calidad del SNS, Ministerio de Sanidad y Política Social. 2009. [consultado 04/05/2018] Disponible en: http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/Analisis_cultura_SP_ambito_hospitalario.pdf
- Santacruz-Varela J, et al. Curso de evaluación y mejora de la calidad de atención y la seguridad del paciente. Módulo III. Cultura de seguridad del paciente y eventos adversos. [Internet] México: CONAMED; 2011.
- Spell N. Chapter 12: Tools to Identify Problems and Reduce Risks. En: McKean SC, Ross JJ, Dressler DD, Brotman DJ, Ginsberg JS. *Principles and Practice of Hospital Medicine* [Internet]. Nueva York: McGraw-Hill; 2012.

Velázquez-Martínez, J. D., Cruz-Suárez, H., & Santos-Reyes, J. (2016). [Analysis and modelling of safety culture in a Mexican hospital by Markov chains]. *Revista De Calidad Asistencial: Organo De La Sociedad Espanola De Calidad Asistencial*, 31(5), 309–314.

WHO. (2010). *World Alliance for Patient Safety. Forward Programme 2008-2009*. Geneva (Swi): World Health Organization.

Wagner, A., Hammer, A., Manser, T., Martus, P., Sturm, H., & Rieger, M. A. (2018). Do Occupational and Patient Safety Culture in Hospitals Share Predictors in the Field of Psychosocial Working Conditions? Findings from a Cross-Sectional Study in German University Hospitals. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 15(10).

ESTÁNDARES DE CALIDAD EN PROCESOS PRODUCTIVOS PARA UN REFUGIO DE MUJERES MALTRATADAS

Dra. Sara María Velázquez Reyes¹, Lic. Evangelina Velazquez Reyes², M.C. María Cristina García Carrillo³, Dr.
Alfonso Javier Hayakawa Miyamoto⁴ Dra. Alejandra Olvera Willes⁵

Resumen— Dentro del proyecto Fortalecimiento a la Atención integral de las Mujeres en situación de Violencia extrema del Refugio “Casa Generosa”, se ofrecen Talleres de Cocina, Carpintería, Costura, Cultura de Belleza, Pintura y Manualidades. Se busca que al aprender oficios. Los cuales tienen el objetivo de incrementar la autoestima de las usuarias. Y también vayan obteniendo un ingreso de los productos que se puedan comercializar. En su estancia de tres meses en el Refugio se les abre un panorama de que les toca a ellas hacer y su potencial para lograrlo. El proyecto tiene la finalidad establecer los estándares de calidad para los procesos productivos y poder tener productos de calidad, estandarizarlos y elaborar estrategias para su comercialización para que las usuarias logren su inserción en alguna empresa o puedan ellas formar su negocio y ser su propio sustento para ellas y sus hijos.

Palabras clave— Estándares de calidad, procesos productivos, mujeres maltratadas.

Introducción

El Refugio “Casa Generosa” de la Asociación Mujeres Solidarias en la Acción Social de la Laguna, A.C. fue fundado por la Licenciada en Sociología María Evangelina Velázquez Reyes en el 2001. Surgió de la necesidad de ayudar a prevenir, atender y contribuir en la erradicación de la violencia de género, mediante capacitación y asesoramiento en la promoción de una cultura con equidad y derechos humanos. Es un refugio seguro, en donde se les brinda alimentación, vestido y hospedaje, además de atención a sus lesiones físicas y emocionales. [9]

También se les proporcionan talleres de reflexión y análisis de autoestima, salud, educación, organización, empoderamiento, terapia psicológica, capacitación laboral, apoyo legal y litigio, además se forman grupos de autoayuda. Así como con talleres de repostería, pintura, costura, electricidad y belleza, donde se les da terapia a las usuarias mientras aprenden. Actualmente la organización está tratando de sacar fondos a través de los productos realizados por las usuarias ya sean muñecas, bolsas, pasteles etc. para difundir las actividades de esta organización y concientizar a la región de este problema.

Desde que Musas surgió, se han apoyado a más de 700 mujeres, de las cuales 7 han sido extranjeras.

El proyecto Implementación de estrategias para la inserción de mujeres maltratadas en procesos productivos de calidad y productividad en sus productos para su comercialización y sustento, tiene la finalidad de evaluar los procesos de fabricación de los productos, para mejorar la calidad y productividad de los mismos, estandarizarlos y elaborar estrategias para su comercialización para que las usuarias logren su inserción en alguna empresa o puedan ellas formar su negocio y ser su propio sustento para ellas y sus hijos.

Musas es una organización que investiga el comportamiento de familias disfuncionales y con violencia intrafamiliar, además compila y estructura la información de las víctimas, su conducta, rehabilitación y reincidencia.

Además, Musas lleva estadísticas de denuncias, lesiones, aprehensiones, casos fallidos y de éxito, y participa en el Observatorio de Violencia Social y de Género, operado por la Universidad Iberoamericana, Plantel Torreón.

Mujeres Solidarias en la Acción Social de la Laguna A.C. cuenta con un CAER y un Refugio. Los Centros de Atención Externa de Refugio (CAER) son espacios en los que se brindan servicios diversos para la prevención y atención de la violencia de género, van desde información, orientación, intervención hasta la referencia de casos.

Descripción del Método

Metodología

La investigación aplicada que se llevó a cabo en MUSAS es descriptiva. La cual consistió en:

¹ La Dra. Sara María Velázquez Reyes es Profesora – Investigadora de la Maestría en Ingeniería Industrial (M.I.I) del Tecnológico Nacional de México (TecNM) del Instituto Tecnológico de la Laguna (ITL) saravelazquezreyes@gmail.com

² Lic. Evangelina Velazquez Reyes es Presidenta Fundadora de MUSAS, A.C. musas_torreón@hotmail.com¹ M.C.

³ Cristina García Carrillo es Profesora-investigadora de la M.I.I. del TecNM del ITL mcgarciac@hotmail.com

⁴ Dr. Alfonso Javier Hayakawa Miyamoto es Profesor-investigadora de la M.I.I. del TecNM del ITL

⁵ Dra. Alejandra Olvera Willes es Profesora-investigadora de la M.I.I. del TecNM del ITL

- Revisar bibliografía
- Realizar recorridos por los diversos Talleres para la obtención de datos e información
- Diseñar los instrumentos de medición para diagnosticar el proceso de producción de los productos
- Ponderar las áreas de oportunidad para conocer el orden en que serán llevadas a cabo para su mejora
- Analizar la causa raíz de cada una de las áreas de oportunidad
- Establecer las estrategias para los estándares de calidad a implementar en cada uno de los Talleres

Desarrollo de la investigación

De acuerdo con la ONU, el día 25 de noviembre está destinado a crear conciencia sobre la eliminación de la violencia en contra de la mujer. Las Naciones Unidas cuentan con la campaña de nombre Únete, que dura hasta el día 10 de diciembre -día de los derechos humanos-, que consta de un activismo de 16 días en contra de la violencia de género, en donde se propone e impulsan iniciativas para erradicarla en todas las niñas y mujeres alrededor del mundo.

Dicha campaña, que hoy en día se lleva a cabo de forma internacional, fue iniciada en 1991, por parte del Instituto Global de las Mujeres en conjunto con la Coordinación del Centro para el Liderazgo de Mundial para Mujeres. Este año pretende señalar la importancia en la necesidad de contar con un financiamiento sostenible en contra de la violencia femenina, con proyecciones en la agenda de Desarrollo Sostenible en el año 2030. [11]

De acuerdo con estadísticas del International Center for Research on Woman, la violencia en contra de la mujer representa el derecho más violado en todo el mundo, lo que afecta por lo menos a mil millones de mujeres. Se apunta a que el 35% de las mujeres que viven alrededor del mundo experimentan violencia física y/o sexual por parte de su pareja, u otro hombre. [11]

“Mujeres Solidarias a la Acción Social de la Laguna A.C.” atiende a la necesidad social que rodea la región lagunera. Dicha necesidad ha marcado el contexto social en que se vive en la actualidad y que a muchas personas afecta: Violencia Familiar. [2]

MUSAS atiende a la comunidad de la Laguna a mujeres e hijos que tienen que salir de sus hogares a causa de este problema. Brindándoles apoyo en todo momento para que, a través de terapias, talleres, e asignación laboral, se sientan auto-dependientes y lo suficientemente capaces para rehacer una nueva vida llena de logros y éxitos. MUSAS también tiene un módulo en el Centro de Justicia para la Mujer en Torreón, ahí se les canaliza las mujeres para brindar atención psicológica o jurídica. [7]

La plantilla de personal cuenta con 26 profesionistas, entre trabajadoras sociales, el equipo jurídico, psicóloga infantil y de señoras. Enfermería, nutrióloga, maestra, seguridad y recepcionistas.

MUSAS pertenece a la Red de Refugios a nivel nacional.

Objetivo general

Realizar un diagnóstico para presentar estrategias para los estándares de calidad para la inserción de mujeres maltratadas en procesos productivos de calidad y productividad en sus productos para su comercialización y sustento

Diagnóstico

La capacidad máxima de atención en el Refugio es de 11 usuarias con un promedio de 4 hijo(as) cada una. Se cuenta con una rotación promedio mensual de 3 a 4 usuarias entre las que cumplen tres meses y las nuevas.

Aproximadamente un 80% de las usuarias que ingresan han trabajado en la maquila, sin embargo, su situación de violencia no les ha permitido llevar una vida estable.

Aunado a conocer del trabajo productivo existe un promedio de un 50% de las usuarias con actividades que ellas desarrollan con habilidad y en muchas ocasiones con mucha calidad. Lo que es una alternativa o área de oportunidad para que puedan incursionar en la creación de un negocio propio que les permita atender a sus hijos y poder tener un ingreso para independizarse y sostenerse económicamente.

De las habilidades que han demostrado tener son:

- Cocina, repostería, decoración de pasteles y galletas, elaboración de gelatinas.
- Costura, diseño de patrones, bordado, remiendo, tejido, elaboración de muñecas de tela y mandiles.
- Belleza, corte, maquillaje, tinte, uñas de acrílico, colocación de pestañas y extensiones de cabello.
- Reciclado de madera, envolturas de productos, pet, papel y cartón.

La debilidad encontrada es que no se cuentan con manuales con sus procedimientos escritos de cada una de las actividades llevadas a cabo en los talleres. Por otro lado, de las labores que las usuarias dominan con gran habilidad, también se puede hacer un estudio de tiempos y movimientos para su elaboración y poder dejarlo como un legado, lo que permitirá a otras usuarias su aprendizaje y posibilidad para conformar una microempresa.

Estrategias para lograr que las usuarias puedan crear su propio negocio

Las usuarias que han trabajado en la maquila de ropa se siguen capacitando en otras fracciones de producción de prendas, dado que la maquinaria con la que cuenta el Refugio es industrial. Es de gran importancia que a las usuarias se les haga de su conocimiento que la calidad que es una herramienta básica para una propiedad inherente de

cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La calidad un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad de este para satisfacer sus necesidades. [12]

Los Procesos son el conjunto de actividades que transforman elementos de entradas en producto o servicio. Todas las organizaciones tienen procesos, pero no siempre se encuentran identificados. Los procesos requieren de recursos, procedimientos, planificación y las actividades, así como sus responsables. Para poder capacitar y adiestrar en las actividades que cada usuaria desee realizar se requiere que los procesos estén estandarizados e impresos en instructivos que les permita realizarlos con las especificaciones y la calidad requerida.

En el caso de MUSAS requieren documentar todos los procedimientos para que no se pierdan los conocimientos de las usuarias que causan alta y puedan servir para las que van ingresando.

El concepto de productividad implica la interacción entre los distintos factores del lugar de trabajo. Mientras que la producción o resultados logrados pueden estar relacionados con muchos insumos o recursos diferentes, en forma de distintas relaciones de productividad. Estos factores determinantes incluyen la calidad y disponibilidad de los materiales, la escala de las operaciones y el porcentaje de utilización de la capacidad, la disponibilidad y capacidad de producción de la maquinaria principal, la actitud y el nivel de capacidad de la mano de obra, la motivación y efectividad de los administradores. [1]

Entre los modelos de medición de la productividad están: la productividad parcial (en la cual se divide la cantidad producida por uno solo de los factores de producción, por ejemplo, la mano de obra), la productividad total o de múltiples factores (en la cual se divide la cantidad producida sobre la sumatoria de todos los factores de producción) [4]

Beneficios de la productividad

- Preparación para el futuro, que permita a las usuarias el mayor aprovechamiento de los recursos.
- Evaluación del desempeño de la eficiencia de la producción con respecto a los recursos utilizados.
- Estrategias, objetivos y metas claras para mejorar la productividad a corto, mediano y largo plazo.
- Selección de tecnologías, materiales y métodos más competitivos.
- Reducción del costo unitario por unidad de producto terminado.
- Coordinación de esfuerzos en la planeación de la producción.
- Desarrollo de estándares de rendimiento laboral y de producción.
- Beneficio para el consumidor en la compra de un producto de mejor calidad y menor precio.

Niveles de desempeño

La capacidad para obtener y mantener el mejor esfuerzo por parte de todas las usuarias proporciona la oportunidad para mejorar la productividad, ver en las Figuras 1 y 2 los resultados obtenidos en este factor. Entre otros aspectos pueden mencionarse que se debe mejorar para:

- Obtener el máximo beneficio de los conocimientos y de la experiencia adquiridos por las usuarias de mayor antigüedad.
- Establecer un espíritu de cooperación y de equipo entre todas las usuarias.
- Motivar a las usuarias para que adopten como propias las metas de la organización.
- Proyectar con éxito un programa de capacitación para la creación de negocios o microempresas. [5]

Estándares de calidad

En cada uno de los talleres se les dio una plática y se les mostró cuales serían los estándares de calidad que deberían tener en la elaboración de sus productos. Como se muestran en las Figuras 1, 2, 3 y 4





| | | | |
|---|--|---|---|
|  | A. COSTURA RECTA | 12 puntadas por pulgada +/- 1 ppx | |
| | B. REMALLE | 14 puntadas por pulgada +/- 1 ppx | |
| | | Tipos de remalle: Remalle de 3 hilos: alto remalle 0.5 y 0.6 cm. |  |
| | | Remalle de 4 hilos: Alto remalle 0.6 y 0.7 cm. |  |
| | Remalle de 5 Hilos: Alto de remalle 0,8 y 0,9 cm |  | |
| C. RECUBRE | 12 puntadas por pulgada, tolerancia +/- 1 ppx Recubre ornamentado *Excepciones en el remalle es para la lycra, el remalle se trabaja en 16 ppx, +/-1 ppx *En costura recta para lycra es de 14 ppx +/- 1 ppx *Recubre para lycra es de 13 ppx +/-1 ppx | | |

Figura 1. Estándares en el Taller de Costura para delantal

| Calificación y dotación de personal | Normas de seguridad | Programa de alimentación | Infraestructura | Mobiliario y equipamiento (cantidad por local) |
|---|--|---|--|---|
| Calificación requerida: Educador (a) de Párvulos y Técnicos en Educación Parvularia Ratio educadoras/es niños: Sala cuna: 1 educadora x 40 lactantes y una técnica por 6 lactantes Nivel Medio Menor (2 a 3 años): 1 educadora x 32 niños/as y dos técnicas por sala de actividades Nivel Medio Mayor (3 a 4 años): 1 educadora por 32 niños/as y 1 técnica por sala de actividades Transición (4 a 6 años): 1 educadora x 32 niños/niñas y 1 técnico por sala de actividades Auxiliar de servicios menores: 1 hasta x 100 niños Manipuladora de alimentos: 1 hasta 40 niños. Adicionalmente todo establecimiento debe contar con una Directora y si entrega alimentación con una Nutricionista | 1 botiquín de primeros auxilios por sala | Servicio: dietético de leche: 20 raciones: 1,00 m de mesón de preparación, 1 lavaplatos simple, 1 cocina de 2 platos. 40 raciones: 1,50 m de mesón de preparación, 1 lavaplatos simple, 1 cocina de 2 platos. 60 raciones: 2,00 m de mesón de preparación, 1 lavaplatos doble, 1 cocina de 4 platos. 80 porciones: 2,50 m de mesón de preparación, 1 lavaplatos doble, 1 cocina de 4 platos. | Local de sala cuna: Área administrativa: Sala de uso múltiple (amamantamiento, control de salud, sala del personal y oficina). Área docente: Sala de actividades, sala de mudas y hábitos higiénicos, patio de juegos abierto y cubierto según OGUC (Ordenanza general de Urbanismo y Construcciones). Área de servicio de leche: cocina de preparados, bodega y/o despensa de alimentos, bodega, servicio higiénico para adultos. | Área administrativa: 1 escritorio, 2 sillas de escritorio. Área control de salud: 1 botiquín, 1 lavamanos adulto (sólo cuando entrega alimentación), 1 silla adulto Área de actividades con párvulos: Sala de actividades sala cuna menor y mayor (1 equipamiento por coeficiente técnico): cuna, colchón de cuna, silla lactante con brazo, mueble base para material didáctico. Sala de mudas y hábitos higiénicos nivel sala cuna: 1 bañera hasta 20 lactantes, 1 lavamanos por cada 20 lactantes, 1 mesón mudador por cada 10 lactantes |

Figura 2. Ejemplo de estándares en áreas de alimentos



Figura 3. Estándares para el reciclado de materiales

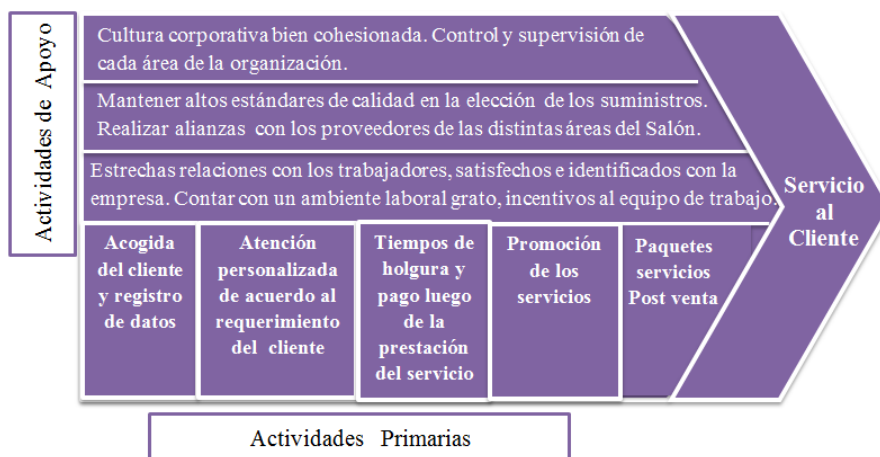


Figura 4. Estándares de calidad para una Estética o Salón de belleza

El sistema propuesto pretende medir y mejorar el desempeño del personal, mejorando los padrones de motivación existentes y relacionando los esfuerzos de manera directa con los objetivos de la organización, mejorando la organización del trabajo, reduciendo el desperdicio de tiempos y esfuerzos.[5]

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Se elaboró un cronograma con todas las actividades, objetivos, períodos, responsables para la documentación de los procesos y procedimientos para la fabricación de los diversos productos que se elaboran en el Refugio, y que servirán para estandarizarlos y garantizar la calidad de estos.

Conclusiones

En los grupos de usuarias que coinciden dentro del Refugio existe compañerismo y colaboración, además de trabajo en equipo que coadyuva a lograr la productividad en la elaboración de productos que pueden comercializar. Por lo que es muy importante el que se cuente con los procesos y procedimientos por escrito, impresos y puedan servir como instructivos de trabajo para ellas mismas y para las usuarias que vayan ingresando. Se tiene

contemplado contar con un lugar en donde se pueda tener microempresas con las que puedan al egresar continuar produciendo y comercializando sus productos.

Recomendaciones

MUSAS debe de continuar documentando todos los procesos de los productos que las usuarias realizan y tienen la habilidad en su fabricación para que de acuerdo con las habilidades de las nuevas usuarias se puedan ir incrementando y replicando. E implementar un plan de capacitación y adiestramiento, durante el proceso de la implementación, el personal mejorara continuamente en sus actividades en beneficio propio y de sus familias. Al describir de manera sencilla y de fácil entendimiento la política y objetivos integrados en el sistema de gestión del Modelo de MUSAS se encaminará su mejora continua y deberá ser entendido por toda la organización.

Impacto o beneficio

Logro de metas institucionales. La vinculación del TECNM/Tecnológico de la Laguna con la Organización de MUSAS. Apoyo a sectores estratégicos. Al dar solución a la problemática específica de MUSAS se colabora en la inserción de mujeres que fueron maltratadas a la sociedad y a los sectores productivos.

Agradecimiento

El proyecto de vinculación MUSAS con el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de la Laguna fue registrado de manera interna en el ITL de acuerdo con la Convocatoria 2019 del TecNM.

Referencias

- [1] BAIN, David. Productividad. La solución a los problemas de la empresa. Mc Graw Hill. México 1985
 - [2] MUSAS. <https://www.facebook.com/musas.ac.10>
 - [3] JIMÉNEZ, Álvaro. Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. Revista Ingeniería, 2001-00-00 vol:6 nro:2 pág:81-87. <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2707/3907>
 - [4] MEDINA, Jorge E. Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación. Revista EAN No. 69. 2010 <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n69/n69a07.pdf>
 - [5] MERTENS, Leonard. La medición de la productividad. Como referente de la formación-capacitación articulada con el aprendizaje organizacional: Una propuesta metodológica. OIT medición-capacitación. México 1999
 - [6] MIRANDA, Jorge. Indicadores de productividad para la industria dominicana. Revista Ciencia y Sociedad, vol. XXXV, núm. 2, abril-junio, 2010, pp. 235-290. República Dominicana.
 - [7] VELÁZQUEZ, E; Agenda 2011 Para una equidad de género. (2011)
 - [8] MUSAS <http://www.mujeresolidarias.blogspot.com>
 - [9] MUSAS: 15 años de lucha contra la violencia hacia la mujer <http://heroeslaguna.com/?noticias=musas-15-anos-de-lucha-contra-la-violencia-hacia-la-mujer>
 - [10] MUSAS. Proyecto Fortalecimiento a la Atención Integral de las mujeres y sus hijos e hijas en situación de Violencia extrema del Refugio "Casa Generosa" (2010)
- Referencias
- [11] FORBES www.forbes.com.mx/forbes-life/fundaciones-que-luchan-por-erradicar-la-violencia-en-contra-de-la-mujer/
 - [12] HERNÁNDEZ A. (2016). Diagnóstico para la implementación de la Norma ISO 9001:2015 en una empresa manufacturera. Torreón, Coahuila

Notas Biográficas

La **Dra. Sara María Velázquez Reyes**. Es profesora investigadora del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Laguna de Torreón, Coahuila, México. Terminó sus estudios de doctorado en Administración Estratégica en el Instituto Internacional en Administración Estratégica. Ha publicado artículos en las revistas: European Scientific Journal, Ingeniería—Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, Certus de la UAG, Aristas UABC, Revistas Profesionales de Academia Journals Cd. Juárez, Celaya.

La **Lic. Evangelina Velázquez Reyes**. Presidenta Fundadora de Mujeres Solidarias en la Acción Social de la Laguna, A.C, del Refugio de Mujeres Maltratadas y del Centro de Atención Externo CAER. Cuenta con Diplomados relacionados a su área y en el 2018 fue distinguida como Ciudadana Distinguida de la Ciudad de Torreón, Coah.

La **M.C. Cristina García Carrillo**. Es profesora investigadora del del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Laguna de Torreón, Coahuila, México. Terminó sus estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en Instituto Tecnológico de la Laguna. Ha publicado artículos en las revistas: European Scientific Journal, Aristas UABC, Revistas Profesionales de Academia Journals Cd. Juárez, Celaya.

El **Dr. Alfonso Hayakawa Miyamoto**, es profesor – investigador de II del del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Laguna de Torreón, Coahuila, México. Terminó sus estudios de Ingeniería en Investigación de Operaciones en la UNAM y Doctorado en Ingeniería con especialidad en Investigación de Operaciones en la Facultad de Ingeniería de Kyushu, Japón, cuenta con mas de 40 años de experiencia docente en licenciatura y posgrado, en diferentes instituciones educativas. Ha publicado en la Revista Aristas

Dra. Alejandra Olvera Willes. Es profesora investigadora del del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de la Laguna de Torreón, Coahuila, México. Terminó sus estudios de doctorado en Administración en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicado artículos en la Revista Sotavento de Colombia. Revistas Profesionales de Academia Journals Celaya.

FACTORES ASOCIADOS A IDEACIÓN SUICIDA EN ADOLESCENTES DE UNA SECUNDARIA PÚBLICA DE AGUASCALIENTES

Velázquez Sandoval Sandra Isela, Flores Medina Diana Yessica, Chavarría Oliva Juan Moisés, Ordoñez Román Adriana Lizbeth, Herrera Jaime Yolanda, Prado Carrazco Cynthia Viridiana

Resumen- Propósito y Método del Estudio: El objetivo del presente estudio fue identificar los factores asociados a ideación suicida en adolescentes de una secundaria pública del Estado de Aguascalientes. El diseño del estudio fue descriptivo, transversal. Para la recolecta de datos se utilizó la escala de medición de riesgo suicida. La población estuvo conformada por 720 adolescentes estudiantes de 12 a 15 años. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, con una muestra de 105 adolescentes. Resultados: Se encontró que el 80.9% de los participantes se sienten incapaces de hacer las cosas bien. El 45.7% de adolescentes han pensado que no los extrañarían si no estuviesen y el 54.7% creen que las personas no los aceptan a ellos ni a sus acciones. 32.4% creen que los demás estarían mejor si ellos murieran. El 29.6% ven el suicidio como opción y el 24.8% han pensado en la forma de quitarse la vida. Además un 15.2% perciben el suicidio como un medio para castigar a otros. Por todo lo anterior, se hace evidente que los adolescentes se encuentran en riesgo moderado de desarrollar conductas suicidas.

Palabras Clave: Ideación Suicida, Adolescentes, Riesgo.

Introducción

La adolescencia es una etapa entre la niñez y la edad adulta que cronológicamente se inicia por los cambios puberales, caracterizados por profundas transformaciones biológicas, psicológicas y sociales, muchas de ellas generadoras de crisis, conflictos y contradicciones. No es solamente un período de adaptación a los cambios corporales, sino una fase de grandes determinaciones, de retos y vulnerabilidades, que necesita atención cuidadosa de la familia y la sociedad en su conjunto, pero muy especial de las instituciones educacionales y de salud. Los aspectos biopsicosociales que afectan la adolescencia pueden ser percibidos en tal gravedad y magnitud que convierten a algunos adolescentes en sujetos vulnerables a la realización de intentos suicidas (Hernández & Louro, 2015).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), en México el suicidio constituye la tercera causa de muerte en jóvenes de 15 a 19 años de edad. Entre 1970 y 2007 el porcentaje de suicidios juveniles se incrementó en 275%, y se estima que por cada persona que se suicida, existen 20 que lo intentan (INSP, 2018).

En México, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el índice de suicidios varía entre zonas geográficas y entidades federativas, para 2016, las entidades federativas que tuvieron mayores tasas de suicidio fueron Chihuahua y Yucatán con 11.4 y 10.2 suicidios por cada 100 000 habitantes respectivamente; niveles que duplican la tasa nacional, a las entidades mencionadas le siguen Aguascalientes (9.6), Campeche (9.1) y Colima (8.5). En el otro extremo, con las tasas más bajas se encuentran Guerrero, Veracruz y Oaxaca, con 2.1, 2.5 y 2.9 suicidios por cada 100 000 habitantes, respectivamente. Se ha observado además que existe una acentuación de suicidios en los hombres y se ha cuadruplicando el riesgo en comparación a las mujeres. Para 2016, los hombres presentaron una tasa de 8.6 suicidios por cada 100 000 hombres mientras que en el caso de las mujeres fue de 1.9 por cada 100 000 mujeres (INEGI, 2018).

El estigma, particularmente en torno a los trastornos mentales y el suicidio, disuade de buscar ayuda a muchas personas que piensan en quitarse la vida o han tratado de hacerlo y, por lo tanto, no reciben la ayuda que necesitan. La prevención del suicidio no se ha abordado apropiadamente debido a la falta de sensibilización respecto del suicidio como problema de salud pública principal y al tabú existente en muchas sociedades para examinarlo abiertamente. En la actualidad, unos pocos países han incluido la prevención del suicidio entre sus prioridades sanitarias. Es importante aumentar la sensibilidad de la comunidad y superar el tabú para que los países avancen en la prevención del suicidio (OMS, 2019).

Descripción del Método

Diseño de estudio

El tipo de estudio descriptivo transversal. Descriptivo porque se determinaron los factores asociados a ideación suicida en adolescentes. Transversal porque la recolecta de datos se realizó en un solo momento.

Población, muestreo y muestra.

La población de estudio se integró por 720 adolescentes hombres y mujeres de entre 12 y 15 años que cursan la educación secundaria en una institución pública del Estado de Aguascalientes, de los cuales un total de 105 fueron encuestados. El muestreo fue probabilístico por conveniencia.

Criterios de Selección

Criterios de inclusión: Adolescentes de 12 a 15 años, inscritos en la secundaria que se realizó el estudio.

Criterios de exclusión: Adolescentes mayores de 15 años y que no se encuentren inscritos en la institución que se realizó el estudio.

Criterios de eliminación: Encuestas no contestadas en su totalidad o mal llenadas.

Recolección de los Datos

Una vez que el trabajo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Unidad Académica de Enfermería de la Universidad Autónoma de Zacatecas, se solicitó la autorización al director de la secundaria en donde se llevó a cabo el estudio. Posteriormente se solicitó apoyo a los docentes de los estudiantes participantes para realizar una reunión informativa con los padres de familia, solicitarles la firma del consentimiento informado, aclarar dudas sobre la investigación y llenado de la cédula de datos personales de su hijo. De igual forma se les aclararon dudas a los estudiantes participantes, se les solicitó la firma del asentimiento informado y se les explicó en qué consistiría su participación. Se les garantizó el anonimato de sus respuestas. Antes de iniciar la aplicación de la escala de medición de riesgo suicida se les informó a los participantes de manera verbal el contenido general de la misma así como la forma de responderla, también se solicitó que contestaran con veracidad. Al término del proceso se agradeció a los participantes por su colaboración así como a la institución.

Instrumento.

Para el estudio se utilizó la escala de medición de riesgo suicida la cual es una medida de autorreporte de 36 ítems que evalúa el riesgo suicida en adolescentes y adultos; está integrada por cuatro subescalas: la desesperanza, la ideación suicida, la actitud negativa del self y la hostilidad. La existencia de riesgo suicida se determina con base a las cuatro escalas antes mencionadas. A mayor puntuación en las subescalas, mayor probabilidad de riesgo suicida. Los puntajes globales en las cuatro escalas sitúan a los participantes en riesgo suicida leve, moderado o severo.

Tabla 1. Edad de los participantes

| Variable | | <i>f</i> | % |
|----------|---------|----------|------|
| Edad | 12 años | 40 | 38.1 |
| | 13 años | 24 | 22.9 |
| | 14 años | 37 | 35.2 |
| | 15 años | 4 | 3.8 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida

n=105

En la tabla 1 se puede observar que el rango de edad con mayor predominio es la de 12 años con un 38.1%, seguido por la de 14 años con 35.2%.

Tabla 2. Sexo de los participantes

| Variable | | <i>f</i> | % |
|----------|-----------|----------|------|
| Sexo | Masculino | 45 | 42.9 |
| | Femenino | 60 | 57.1 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

La tabla número 2 indica que el sexo con un mayor frecuencia es el femenino con 57.1%, sobre el masculino con un 42.9%.

Tabla 3. Me siento incapaz de hacer muchas cosas bien

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 20 | 19.1 |
| A veces | 75 | 71.4 |
| Siempre | 10 | 9.5 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

La tabla 3 muestra que el 9.5% de los participantes refiere sentir que es incapaz de hacer cosas bien, mientras que el 71.4% lo siente algunas veces.

Tabla 4. Pienso que nadie me extrañaría si no estoy

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 57 | 54.3 |
| A veces | 33 | 31.4 |
| Siempre | 15 | 14.3 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

En la tabla 4 se observa que el 31.4 % de los adolescentes a veces piensan que nadie los extrañaría si no estuviesen y el 14.3% siempre lo piensan.

Tabla 5. Siento que la gente no me acepta, ni a mis acciones

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 48 | 45.7 |
| A veces | 44 | 41.9 |
| Siempre | 13 | 12.4 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

La tabla 5 arroja como resultado que el 12.4% de los participantes refiere sentir que la gente no los acepta a ellos ni a sus acciones, seguido con un 41.9% que lo siente solo a veces.

Tabla 6. Siento que no puedo ser feliz independientemente de donde esté.

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 64 | 61.0 |
| A veces | 31 | 29.5 |
| Siempre | 10 | 9.5 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

Dentro de los resultados en la tabla 6 se indica que el 29.5% sienten de forma ocasional que no pueden ser felices independientemente donde estén y el 9.5% siempre lo siente.

Tabla 7. Pienso en el suicidio para castigar a otros

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 89 | 84.8 |
| A veces | 12 | 11.4 |
| Siempre | 4 | 3.8 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

En la tabla 7 se observa que el 3.8% piensa en el suicidio como forma de castigar a otros, seguido de un 11.4% que lo piensa solo a veces.

Tabla 8. No vale la pena continuar en este mundo

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 83 | 79.0 |
| A veces | 15 | 14.3 |
| Siempre | 7 | 6.7 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

La tabla 8 indica que el 6.7% de los adolescentes experimentan la sensación de que que no vale la pena continuar en este mundo y el 14.3% cree que a veces no vale la pena continuar.

Tabla 9. Si muriera la gente estaría mejor

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 71 | 67.6 |
| A veces | 26 | 24.8 |
| Siempre | 8 | 7.6 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

Según los resultados representados en la tabla 9, el 7.6% de los participantes creen que la gente estaría mejor si ellos murieran y un 24.8% lo cree a veces.

Tabla 10. He pensado como matarme

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| NUNCA | 79 | 75.2 |
| A VECES | 21 | 20.0 |
| SIEMPRE | 5 | 4.8 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

El 20% de los encuestados manifestó que algunas veces ha pensado en la forma de matarse y el 4.8% los piensa de forma frecuente.

Tabla 11. Pienso en el suicidio como una opción

| | <i>f</i> | % |
|---------|----------|------|
| Nunca | 74 | 70.5 |
| A veces | 28 | 26.7 |
| Siempre | 3 | 2.9 |

Fuente: Escala de medición riesgo suicida *n*=105

Dentro de los resultados de la tabla 11 se observa que el 2.9% de los adolescentes piensan constantemente en el suicidio, mientras que el 26.7% lo piensa ocasionalmente.

Comentarios Finales

Resumen de los resultados

En el estudio participaron un total de 105 adolescentes de los cuales el 42.9% son del sexo masculino y el 57.1% pertenecen al sexo femenino. La edad que predominó en los participantes fue de 12 años con el 38.1%. Se encontró que el 80.9% de los participantes se sienten incapaces de hacer las cosas bien. El 45.7% de adolescentes han pensado que no los extrañarían si no estuviesen y el 54.7% creen que las personas no los aceptan a ellos ni a sus acciones. 32.4% creen que los demás estarían mejor si ellos murieran. El 29.6% ven el suicidio como opción y el 24.8% han pensado en la forma de quitarse la vida. Además un 15.2% perciben el suicidio como un medio para castigar a otros. Por todo lo anterior, se hace evidente que los adolescentes se encuentran en riesgo moderado de desarrollar conductas suicidas.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se hace evidente la necesidad que existe en las instituciones educativas de contar con el servicio de atención integral a la salud en donde se contemple la asistencia psicológica para los estudiantes, así como la implementación de programas de prevención del suicidio para minimizar el riesgo de desarrollo de conductas suicidas en los adolescentes y contrarrestar los factores que inciden en la aparición de ideación suicida. Es importante también considerar la necesidad de incluir en el trabajo de atención el acompañamiento de los padres y la familia de los adolescentes, ya que como se refleja en los resultados un porcentaje significativo de los estudiantes no se sienten aceptados por las personas a su alrededor.

Referencias

Hernández Mirabal, L. Louro Bernal, I. (2015). Principales características psicosociales de adolescentes con intento suicida. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Vol.31, (No.2) Págs. 182-189. Recuperado de: scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252015000200007

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Estadísticas a propósito del día mundial de la prevención del suicidio. Recuperado de:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2018/suicidios2018_Nal.pdf

Instituto Nacional de Salud Pública (2018). Conducta suicida de Adolescentes en México. Recuperado de
<https://www.insp.mx/informacion-relevante-insp/4705-saludmental-cosamec.html>

Organización Mundial de la Salud (2019). Suicidio. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>

CONOCIMIENTOS SOBRE EL USO DE ANTIBIÓTICOS EN ESTUDIANTES DE MEDICINA DE LA UAEMex

VENCES MAYA BEIDA YOCELIN¹, M en CS. ALVAREZ SOLORZA ISABEL², M en EPI. UPEGUI ARANGO LUZ DARY³, DRA. en AD. TOXQUI TLACHINO MARÍA JUANA GLORIA⁴ y M en EQ. VEGA GARCÍA ADRIANA E.⁵

Resumen: En la actualidad la incidencia de resistencia antimicrobiana ha aumentado, uno de los factores importantes que ha influido es la inadecuada prescripción y asesoría en el uso de antibióticos por parte del profesional de salud. **Objetivo.** Determinar el nivel de conocimientos que tienen los ewstudiantes de medicina respecto al uso de antibióticos. **Metodología.** Estudio transversal, participaron cien alumnos de la facultad de Medicina UAEM en la ciudad de Toluca. **Resultados.** El promedio de edad fue de 22 años, el 97% identifica que los antibióticos son medicamentos que se usan para matar bacterias, mientras que un 4% refiere que normalmente comparte el antibiótico con un familiar enfermo y un 99% confirmó que es de gran importancia la dispensación de antibióticos con receta médica. **Conclusión.** Se confirmó que los estudiantes de medicina tienen suficientes conocimientos sobre el uso adecuado de antibióticos y que se necesita control en la dispensación de estos.

Palabras clave: Antibióticos, conocimientos, estudiantes de medicina, farmacoresistencia.

Introducción

Los antibióticos son sustancias químicas producidas por hongos y bacterias, su función principal es inhibir el crecimiento de bacterias o matar por completo este tipo de microorganismos, estos fármacos deben ser controlados en cuanto a la dosis, tiempo de tratamiento y el intervalo prolongado en cada dosis, se debe de tener en cuenta que el uso excesivo e irracional ocasiona resistencia farmacológica lo que impide que el fármaco no cumpla su función.

La resistencia antimicrobiana es un fenómeno por el cual los microorganismos (bacterias) son incapaz de ser destruidos o neutralizados por los antibióticos, esta surge de la mutación o adquisición de genes del microbio y se vuelve más insensible al medicamento por lo cual el fármaco pierde o disminuye su eficacia contra esa enfermedad.

La resistencia es y ha sido un grave problema para salud pública porque afecta a comunidades, familiares e individuos ya que hay una sobredosis o dosis insuficiente de medicamentos al combatir el microorganismo que invade el cuerpo, esto se presenta por la fácil adquisición de fármacos, venta libre sin prescripción médica, por la mala prescripción por parte del profesional de salud y la mala práctica de los estudiantes de ciencia de la salud, es por ello que se debe de implementar estrategias que mejoren este problema y contribuir a la disminución de la tasa de la resistencia bacteriana. Con el objetivo de mejorar la prescripción de antibióticos se identificaron los conocimientos de los estudiantes de medicina.

Metodología

Estudio transversal que contó con la participación de cien estudiantes de la Facultad de Medicina de la UAEMex localizada en la ciudad de Toluca, el criterio de inclusión principal: haber cursado la materia de farmacología. Se aplicó un cuestionario de forma anónima sobre los conocimientos de antibióticos que cuenta con 17 ítems de respuestas múltiples, previo consentimiento informado. Los datos se capturaron en el programa STATA vers. 15, se llevó a cabo un análisis descriptivo de cada variable. El protocolo fue evaluado por el comité de bioética de la Facultad de Medicina.

Resultados

Participaron cien alumnos de la facultad, la mediana de edad fue de 22 años (edad máxima de 30 y edad mínima de 19 años), 65% de la población era del sexo femenino (Tabla 1), respecto a los resultados el 97% identifica que los antibióticos son medicamentos que se usan para matar bacterias y reconocen que la penicilina es un antibiótico, el

¹ Vences Maya Beida Yocelin Pasante de la Licenciatura de Enfermería de la Facultad De Enfermería y Obstetricia, Toluca. yossvm33@gmail.com

² M en CS. Alvarez Solorza Isabel Es Docente de la Facultad De Enfermería y Obstetricia, Toluca, México. isa_alsol64@hotmail.com

³ M en Epi. Upegui Arango Luz Dary estudiante de Institute of Medical Psychology and Medical Sociology, University Hospital of Rwth Aachen, Germany. luzdaryupegui@gmail.com

⁴ Dra. En AD. Toxqui Tlachino María Juana Gloria Es Docente de la Facultad De Enfermería y Obstetricia, Toluca, México. gtoxqui59@yahoo.com.mx

⁵ Mneq. Vega García Adriana E. Es Docente de la Facultad De Enfermería y Obstetricia, Toluca, México. adriana_angelazul@hotmail.com

98% de los alumnos contestó que los antibióticos no son medicamentos que se utilizan para tratar infecciones virales, pero un 11% afirmó que se utilizan para la mayoría de toses y resfriados, mientras que el 2% no sabe; en cuanto a la práctica un 13% refiere que si sufre síntomas de resfriado común espera a que su médico le recete antibióticos a pesar de saber que un resfriado común es provocado por un virus y aun así el 5% no termina su tratamiento, es decir, deja de ingerir medicamento cuando comienzan a sentirse mejor y el 7% no ingiere el medicamento de acuerdo a las instrucciones médicas, además de que el 9% no revisa la fecha de caducidad del fármaco.

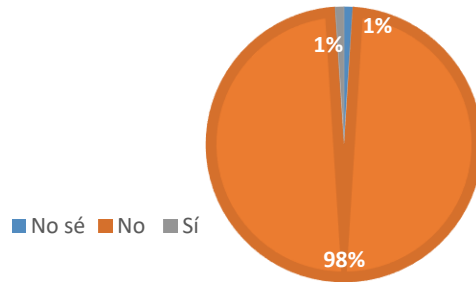
El 4% refiere que normalmente comparte el antibiótico con un familiar enfermo, un 99% confirmó que es de gran importancia la dispensación de antibióticos con receta médica, porque este tipo de fármacos pueden causar reacciones alérgicas, sólo el 5% contestó que no y 3% que no sabía que se podía presentar este tipo de incidente, el 99% de la población está de acuerdo que la resistencia a los antibióticos es un problema de salud pública porque no se tiene un control del medicamento y la educación e información de los efectos secundarios que provoca la automedicación es insuficiente para la población, pero el 29% de los participantes creen que las razones de prescribir un antibiótico es por petición de los pacientes ocasionando el mal uso de los antibióticos y siendo una de la principal causa de resistencia antimicrobiana .

Tabla 1. Datos sociodemográficos de los estudiantes de la Facultad de Medicina, UAEMex.

| Variabes | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Sociodemográficas | | |
| Sexo | | |
| Masculino | 35 | 35% |
| Femenino | 65 | 65% |
| Edad | | |
| 19 | 2 | 2% |
| 20 | 15 | 15% |
| 21 | 29 | 29% |
| 22 | 30 | 30% |
| 23 | 17 | 17% |
| 24 | 6 | 6% |
| 30 | 1 | 1% |
| Semestre | | |
| Quinto | 21 | 21 |
| Sexto | 1 | 1 |
| Séptimo | 27 | 27 |
| Octavo | 3 | 3 |
| Noveno | 38 | 38 |
| Décimo | 6 | 6 |
| Décimo primero | 4 | 4 |

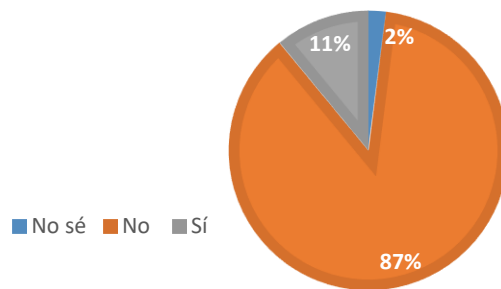
Grafica 1. Los antibióticos pueden utilizarse para tratar infecciones virales.

LOS ANTIBIOTICOS PUEDEN UTILIZARSE PARA TRATAR INFECCIONES VIRALES

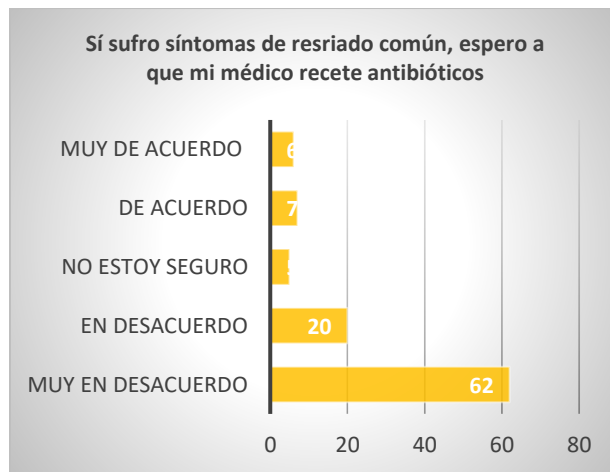


Grafica 2. Conocimientos sobre el sí los antibióticos funcionan en la mayoría de los resfriados y toses.

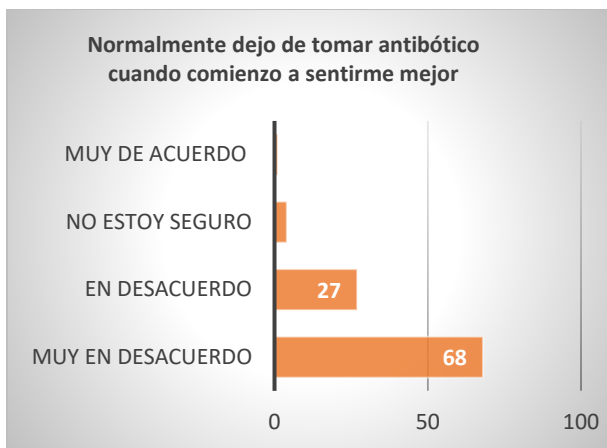
LOS ANTIBIOTICOS FUNCIONAN EN LA MAYORIA DE LOS RESRIADOS Y TOSES



Grafica 3. En caso de resfriado común, los alumnos esperan a que el médico recete antibióticos.

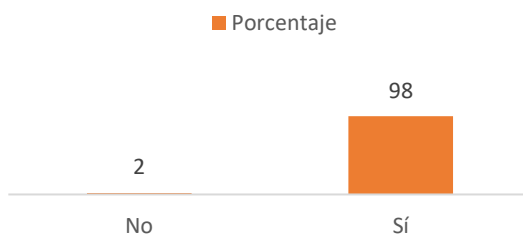


Grafica 4. Los alumnos dejan de tomar antibiótico cuando comienzan a sentirse mejor.



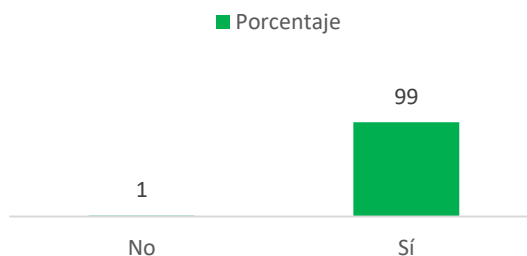
Grafica 5. La automedicación y el mal uso de antibióticos por los pacientes son dos de las principales causa de la resistencia a los antibióticos.

La automedicación y el mal uso de antibióticos por los pacientes son dos de las principales causas de la resistencia a los antibióticos



Grafica 6. Dispensación de antibióticos sin receta médica debe de ser más controlada.

La dispensación de antibióticos sin receta medica debe de ser mas controlada



Discusión

En este estudio se evaluó el conocimiento de antibióticos de los estudiantes de la Facultad de Medicina de la ciudad de Toluca y como resultado se obtuvo que si están conscientes del uso adecuado e importancia de los antimicrobianos, de cien alumnos pocos contestaron incorrectamente a las preguntas, lo que quiere decir que su aprendizaje es bueno a pesar de que algunos participantes estaba cursando la materia en el momento que se les realizó el cuestionario. Estos datos no coinciden con la tesis que se realizó en la Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Médicas por Jaramillo Sandra y Tuntún Silvana, el conocimiento por parte de los estudiantes de medicina no fue tan alto, hubo un nivel de respuestas erróneas mayor que en nuestro estudio, como tienen conocimientos sobre el manejo de estos tipos de conceptos farmacológicos, inician a utilizar antibióticos (sulfas, betalactámicos, macrólidos) en resfriados comunes, además de que 41 participantes de 182 contestaron que la utilidad de los antibióticos eran para combatir infecciones ocasionada por parásitos, hongos y otras.

Otro estudio que realizó Montenegro y Cortes con médicos especialistas y generales en la ciudad de Colombia dio como resultado que ¹los conocimientos de farmacología de antibióticos por parte de los encuestados es limitado, posiblemente debido a una preparación inadecuada en esta área. A pesar de tener un nivel de preparación más alto los resultados no coinciden con nuestros participantes, dado que comentan en el artículo que el tiempo que se le destina a las clases o cursos de farmacología varía dependiendo el tiempo que se le dé a la asignatura, va desde dos semanas a ocho aproximadamente.

Conclusión

Los resultados demuestran que el nivel de conocimiento sobre los antibióticos en la Facultad de Medicina es alto, la mayoría de los estudiantes contestaron acertadamente las preguntas, tanto el uso como la práctica de los fármacos son adecuados, están seguros que la automedicación y el mal uso de antibióticos son dos de las principales razones de la resistencia antimicrobiana, sin embargo algunos participantes usan o piensan que los antibióticos se utilizan para aliviar un resfriado común y para tratar toses, teniendo en cuenta que la principal causa de resfriados comunes y toses secas residuales son ocasionados en su mayoría por agentes víricos, este tipo de fármacos se utiliza para combatir bacterianas y no virus.

Recomendaciones

Los estudiantes de medicina deben de aprender a diferenciar entre una infección bacteriana y una vírica para dar un buen uso a los fármacos y no utilizar los antibióticos como terapia farmacológica para una patología viral.

Los estudiantes de medicina tendrán que implementar estrategias para concientizar a sus familiares, amigos y población en general sobre los efectos negativos que ocasiona el mal uso de los antibióticos.

Referencias Bibliográficas

¹Cortes JA, Montenegro L. Encuesta de conocimientos, actitudes y prácticas sobre el uso de antibióticos en médicos colombianos. Infectio [internet]. 2018; [cited 2019 oct 18] 22(2): 94-98. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v22n2/0123-9392-inf-22-02-00094.pdf>

²Jaramillo S y Tuntín S. Conocimientos, actitudes y prácticas del usos de los antibióticos en los estudiantes de la escuela de Medicina y Bioquímica - Farmacia de la universidad de Cuenca período 2012-2013 [[dissertation thesis]. Universidad de Cuenca: 17/jun/2015

³Patiño C. "¿Por qué las bacterias se hacen resistentes a la acción de los antibióticos? Umbral Científico [internet. Diciembre 2003; [cited 2019 oct 18]; 3: 48-56. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/304/30400307.pdf>

MEDIOS DE DIFUSIÓN UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS TAMAÑO MICRO DE LA CIUDAD DE OAXACA PARA SU SOBREVIVENCIA

Jorge Vera Jiménez Dr.¹, M.I. Luis Barranco Ruiz²,
MA. Salvador Amado Moreno Gutiérrez³ y Sharim Joel Aquino Martínez⁴

Resumen— Las empresas tamaño micro son afectadas por los cambios económicos, sociales, políticos, tecnológicos, ecológicos y fenómenos naturales que se le presentan en su entorno; las que han sobrevivido más años de la media nacional, que es de siete, deben haber implementado estrategias que les haya dado sostenibilidad en un mercado competitivo; el artículo identifica los medios de difusión que utilizan las micro empresas de la ciudad de Oaxaca para lograr mantenerse funcionando; expone la contribución del uso de diferentes medios de comunicación en la sobrevivencia de este tamaño de negocios con la intención de conocer si a mayor cantidad de medios de difusión utilizados, se incrementa su probabilidad de sobrevivencia.

Palabras clave—Sobrevivencia, microempresas, difusión, medios.

Introducción

Las empresas tamaño micro que han sobrevivido más que la media nacional que es de siete años; de alguna manera han logrado solucionar sus problemas, satisfacer sus necesidades de recursos, adecuarse a los cambios de sus mercados, resolver situaciones adversas de su entorno; estas empresas deben haber implementado algunas medidas que contribuyeron a mantenerlas operando más de lo esperado para las micro empresas. Debe existir algún factor común a ellas que al considerarlo, les permitió mantenerse operando.

Bajo la premisa mencionada de la existencia de un elemento implícito en los sistemas productivos de los negocios tamaño micro con más de siete años de vida, se planteó que este elemento fue el uso de medios de difusión para dar a conocer información sobre el negocio a la población abierta, información sobre algunos aspectos de interés para los clientes actuales y potenciales que consideraron conveniente sus directores. Se contrastó la hipótesis de que a más medios de difusión utilizados por los directores de las empresas tamaño micro, más años de sobrevivencia tendrían las mismas; la hipótesis nula formulada fue de que, no existe correlación entre la cantidad de medios de difusión empleados y los años de sobrevivencia de las micro empresas.

Se consideraron diferentes medios de difusión, desde la colocación de anuncios en el mismo local hasta el uso de las redes sociales. Además de haber determinado el grado de correlación entre las variables dependiente e independiente, se hizo una descripción del porcentaje de uso de los medios de difusión por las micro empresas tamaño micro de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, Oax.

Método

Unidad de estudio

La empresa tamaño micro fue la unidad de estudio, se tomaron como criterios (Cuadro 1) varios aspectos para su elección, de los establecimientos por la Secretaría de la Economía, se tomó solo uno, la cantidad de trabajadores (Cuadro 2).

| Aspecto | Especificación |
|------------------------|--------------------|
| Número de trabajadores | 1 a 10 |
| Años de sobrevivencia | Más de 7 |
| Ubicación | Ciudad de Oaxaca |
| Sector económico | Todos |
| Localización | Tener un domicilio |

Población

El INEGI, en su base de datos tiene un directorio el DENU, de allí se obtuvo la relación de empresas de la ciudad de Oaxaca, se eligieron las que cumplieron con los requisitos

Cuadro 1. Criterios de selección
¹ Jorge Vera Jiménez, Doctorado en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, profesor del Tecnológico Nacional de México Plantel Instituto Tecnológico de Oaxaca, asignado al Departamento de Ingeniería Industrial. jorgeverajimenez@hotmail.com

² El M.I. Luis Barranco Ruiz ejerce la docencia en la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Oaxaca del TecNM, es asesor de estudiantes quienes prestan sus servicios de residencias y es tutor de estudiantes luisbarroco@yahoo.com

³ El MA. Salvador Amado Moreno Gutiérrez es profesor de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Oaxaca del TecNM, profesor de materias de la especialidad de Herramientas para el Desarrollo Empresarial salvadormo2009@hotmail.com

⁴ El C. Sharim Joel Aquino Martínez es egresado de la carrera de Ingeniería Industrial con especialidad en Herramientas para el Desarrollo Empresarial, participó en la investigación, la cual le sirvió para el desarrollo de su tesis para su titulación

de una micro empresa, se incluyeron en la población las que existían hasta el 28 de febrero del 2019.

| Tamaño | Sector | Rango de número de trabajadores | Rango de monto de ventas anuales (mdp) | Tope máximo combinado* |
|---------|-----------------------|---------------------------------|--|------------------------|
| Micro | Todas | Hasta 10 | Hasta \$4 | 4.6 |
| Pequeña | Comercio | Desde 11 hasta 30 | Desde \$4.01 hasta \$100 | 93 |
| | Industria y Servicios | Desde 11 hasta 50 | Desde \$4.01 hasta \$100 | 95 |
| Mediana | Comercio | Desde 31 hasta 100 | Desde \$100.01 hasta \$250 | 235 |
| | Servicios | Desde 51 hasta 100 | | |
| | Industria | Desde 51 hasta 250 | Desde \$100.01 hasta \$250 | 250 |

*Tope Máximo Combinado = (Cifra del número de trabajadores) X 10% + (Cifra de las ventas anuales) X 90%.
 Fuente: Secretaría de Economía de la Federación. “Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas”. Diario Oficial de la Federación. Tercera sección. 30. Jun. 2009.

Cuadro 2. Estratificación de las empresas en México

Premuestra

Con el fin de estimar la variabilidad de los años de sobrevivencia de las micro empresas y su medida de tendencia central, se tomó una muestra eligiendo al azar 15 empresas tamaño micro de la Ciudad de Oaxaca.

Muestra

Tomando los valores obtenidos de la desviación estándar y la media de tendencia central de la premuestra, permitiendo que los estimadores de la muestra tuvieran un porcentaje de desviación del parámetro poblacional (un error), con la aceptación de tener menos del 100% de confiabilidad de que el estimador proveniente de la muestra estuviera dentro del rango del error permitido, se calculó el tamaño de muestra empleando el método probabilístico aleatorio, con el cual se logró tener la representatividad de las micro empresas de la población. Debido a que la variable dependiente era una variable continua, se empleó el modelo probabilístico para este tipo de variable (Ecuación 1)

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2 q^2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1. Modelo del muestreo aleatorio}$$

Cada uno de los factores de la Ecuación 1 se determinaron cuantitativamente para calcular el tamaño de la muestra (Cuadro 3).

| Elemento | Valor | Unidad |
|---------------|------------|---|
| n | A calcular | Empresa tamaño micro (cantidad de empresas que debería tener la muestra) |
| Confiabilidad | 80 | Porcentaje (proporción de muestras de tamaño “n” cuyo estimador se encontraría dentro del error permitido, fue la referencia para encontrar el valor de “z”) |
| z | 1.3 | Cantidad de desviaciones estándar para tener la confianza de que el estimador de los años de sobrevivencia obtenido de la muestra tenga un 80% de probabilidad de que se encuentre dentro de la magnitud del error permitido (se obtuvo de la tabla de la distribución de la probabilidad normal estandarizada N(0,1).) |
| q | 16.5 | Años (Media aritmética de la variable dependiente proveniente de la muestra preliminar para estimar la de las medias muestrales) |
| σ | 20 | Años (Desviación estándar de la variable dependiente proveniente de la muestra preliminar para estimar la correspondiente a la distribución de las medias muestrales) |
| e | 0.16 | Tanto por uno (Error permitido, equivalente al 16% menor y, 16% mayor a la media poblacional; el estimador se desvía máximo 16% de la media) |

Cuadro 3. Valores utilizados en el cálculo del tamaño de muestra

Instrumento de recolección de la información

El instrumento utilizado fue un cuestionario compuesto por tres partes, en la primera parte se incluyeron reactivos para la “identificación”, la finalidad fue la de recolectar información sobre la sobrevivencia, correspondiente a la variable dependiente. La segunda sección se utilizó exclusivamente para que los directores de las empresas tamaño micro indicaran los medios que utilizaron para la difusión de los aspectos de interés de sus clientes potenciales (Cuadro 4)

- | | |
|----|----------------------------|
| a. | Teléfono |
| b. | Redes sociales |
| c. | Volantes |
| d. | Radio |
| e. | Televisión |
| f. | Periódico |
| g. | Altoparlante en el negocio |
| h. | Sonido ambulante |
| i. | Mantas de lona |
| j. | Anuncio en pared |
| k. | Anuncio en regalos |
| l. | Otro ¿Cuál? |
| m. | No usa ninguno medio |

Cuadro 4. Medios de difusión

Elección de las unidades de estudio para la muestra

Se enumeraron todas las empresas tamaño micro contenidas en el DENU del INEGI, posteriormente, mediante el programa EXCEL de Microsoft Office, se generaron números pseudoaleatorios; debido a que existe un número “semilla” a partir del cual el programa Excel genera los números, no todos tiene la misma probabilidad de ser generados, pero los números resultantes deben comportarse como si fueran aleatorios, para ello se aplicó una prueba de uniformidad con la Ji cuadrada. La cantidad de números obtenidos mediante el programa, correspondió a la cantidad de micro empresas calculada previamente en el muestreo aleatorio; para la integración de las micro empresas a la muestra. Se eligieron las unidades económicas cuyo números secuenciales correspondieron a los números aleatorios generados.

Cabe hacer mención que se generó un diez por ciento adicional de números aleatorios, se utilizaron para elegir nuevas micro empresas que sustituyeron a las que habían sido elegidos inicialmente, dado que al ir a recolectar la información, ya no estaban operando y, también a las que sus directores no tuvieron disposición de proporcionar la información.

Encuesta piloto.

Con el fin de conocer el grado de comprensión de la semántica de los términos incluidos en el instrumento de recolección de la información y el sentido que el director de las micro empresas le daría a los reactivos, se aplicaron diez cuestionarios, la elección fue aleatoria. Se identificaron los cambios requeridos para mejorar la comprensión de los reactivos.

Encuesta definitiva

Se imprimió el instrumento de recolección de la información, se capacitó al personal, se les entregaron: los cuestionarios, las direcciones de las micro empresas y los materiales requeridos para el registro de los datos en el cuestionario.

Se les dio un mes para la recolección de la información a los encuestadores, se verificó que el llenado hubiera sido conforme a las instrucciones, sobre todo de las variables objeto de estudio que fueron la sobrevivencia y la cantidad de medios de difusión usados por los directivos de las empresas tamaño micro provenientes de los negocios para difundir aspectos de interés para el público en general.

Captura de la información

En un diseño matricial realizado mediante el programa EXCEL de Microsoft Office, se hizo un arreglo para el registro del contenido de cada cuestionario.

Depuración

Con el fin de tener información confiable, se analizó por cada cuestionario, la información recolectada, se eliminaron aquellos en los se observaron inconsistencias.

Procesamiento de la información

Se obtuvieron los valores agregados de interés para tener una visión de las características de la población de micro empresas y pudiera servir de referencia para la comparación con otras poblaciones sobre las que se pudiera continuarse con la investigación para determinar la validez de los resultados en otros entornos.

Para obtener el grado de asociación entre los años de sobrevivencia y la cantidad de medios utilizados para la difusión de aspectos de interés para los clientes, se empleó el módulo estadístico de Excel, particularmente la función del coeficiente de Pearson.

Hipótesis formuladas

Las años de sobrevivencia de cada empresa tamaño micro fueron elegidos como la variable dependiente, la cantidad de medios de difusión utilizados por los directores de las mismas se tomó como la variable independiente, se postuló la hipótesis de que a más medios de difusión empleados, más años de sobrevivencia debería tener la micro empresa (Diagrama 1). La hipótesis nula formulada fue la afirmación de que no existía correlación entre la variable independiente y la dependiente, la hipótesis alternativa fue de que si existía correlación entre las variables.

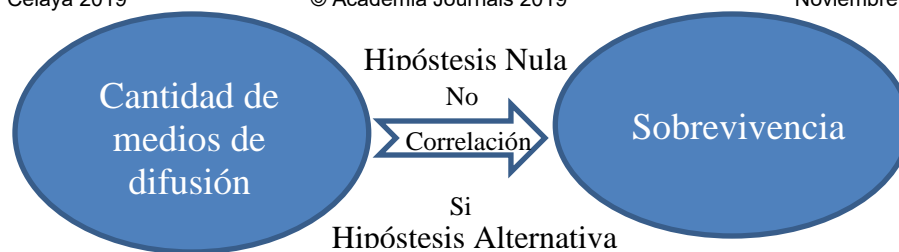


Diagrama 1. Hipótesis formuladas

Tanto los medios de difusión como la sobrevivencia son variables discretas, la cantidad de medios vario de uno a seis; en el instrumento de recolección de la información se incluyó un rango de hasta doce medios, seis de ello no fueron utilizados por los directores de las empresas tamaño micro (Cuadro 5).

- | |
|---|
| a. Altoparlante en el negocio b. Sonido ambulante c. Mantas de lona d. Anuncio en pared e. Anuncio en regalos f. Otro ¿Cuál? _____ |
|---|

Cuadro 5. Medios de difusión no utilizados por los directores

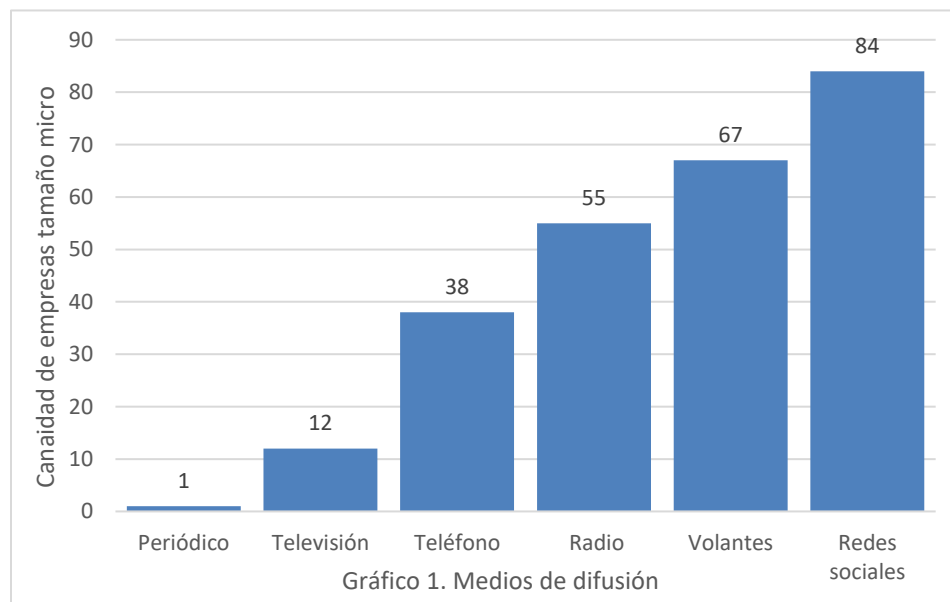
La variable sobrevivencia fue medida por medio de los años que las micro empresas estuvieron laborando, se incluyó un negocio que tenía 167 años de estar ofreciendo sus productos en el mercado, su director tenía 28 años de estar al frente de la misma gestionando el sistema productivo.

Las hipótesis fueron postuladas con base en la praxis, se observaron las micro empresas que imprimían volantes, los repartían entre los ciudadanos que circulaban por sus calles parados ellos enfrente a la puerta de sus negocios; también los pegaban en postes y, hacían brigadeos pasando casa por casa en el entorno de su negocio para dar a conocer los productos que vendían. Esos hechos fueron los que proporcionaron la información para postular la hipótesis alternativa de que a más medios de difusión utilizados por las empresas tamaño micro, mayor serían las probabilidades de su sobrevivencia en el mercado comercializando sus productos y/o servicios

Resultados

Medios de difusión usados

De los doce medios de difusión propuestos en el instrumento de recolección de la información, solo seis fueron los que utilizaron las micro empresas, el más utilizado fue el de más alcance con una disponibilidad para su acceso de las 24 horas del día los 365 días del año, fueron las redes sociales (Gráfico 1). Medios de amplia cobertura



utilizados también fueron la televisión y la radio. Los directores enfocaron su difusión en clientes potenciales con los medios masivos de gran cobertura pero; también quisieron enterar a los clientes potenciales de su región con los volantes. No descuidaron a sus clientes fieles, para mantener la lealtad de los mismos les dieron una atención especial hablándoles por teléfono, lo cual les permitió tener una conversación más amplia para conocer la

percepción que tenían de sus negocio, de los productos y/o servicios que se les ofrecían; ese privilegio de atención personal, pensaron los directores, que los clientes lo premiarían con la recompra de los productos y/o con la solicitud de los servicios. Se hace la aclaración que los directores de las empresas tamaño micro, se refirieron al teléfono tanto al residencial correspondiente a la telefonía fija, como a la telefonía móvil, es decir a los celulares; hablaban por celular para interactuar con sus clientes. Los clientes son los que propician que las empresas

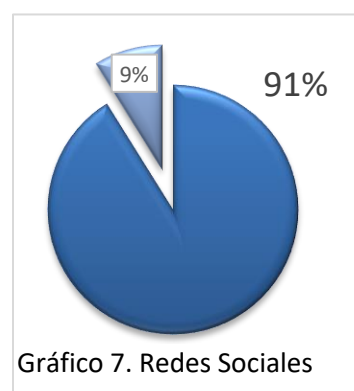
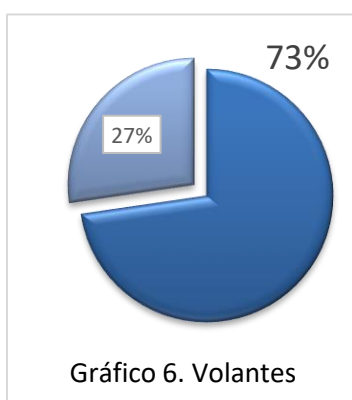
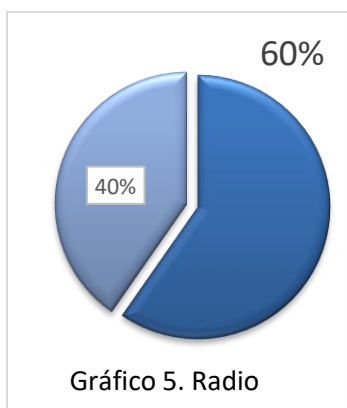
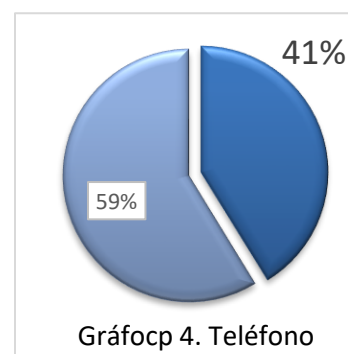
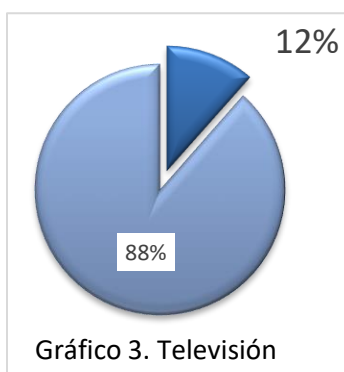
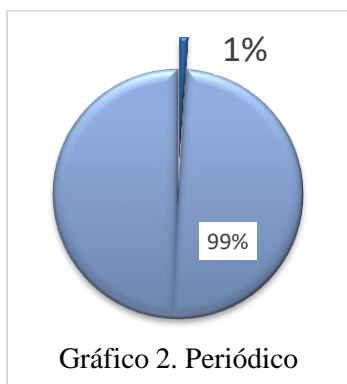
sobrevivan, el acceso a la información, mediante los medios de comunicación se consideró que fue un factor determinante en la sobrevivencia.

La muestra estuvo constituida por 96 empresas tamaño micro de la ciudad de Oaxaca, constituyeron el 100% de negocios, se determinó la proporción de empresas tamaño micro por cada medio de difusión. El menor medio utilizado fue el periódico (Gráfico 2), solo el uno por ciento lo empleó debido a que tiene un costo y después de distribuido, al siguiente día no se consulta por los lectores, buscan noticias actuales, compran día a día el diario. En televisión, un bajo porcentaje hace la difusión de los tópicos que los directores de las micro empresas consideran que son de interés para sus clientes actuales y potenciales, el 12% de ellas prefirió este medio. Como se mencionó previamente, para los clientes que se quiso cultivar su lealtad, se utilizó el teléfono para darles un trato personal fomentando la fidelidad del cliente hacia los productos y/o servicios de los negocios, el 41% lo empleó (Gráfico 4).

Los medios más usados son la radio, los volantes y las redes sociales (Gráficos 5, 6 y 7), llegan a un público mayor. Indudablemente que el mayor costo de ellos es la radio, sin embargo, al escuchar las noticias, o música en la radio al viajar en el auto, al estar realizando sus actividades los empleados, al estar cocinando las amas de casa, al estar estudiando los discentes en sus casas, sintonizan la radio y, con los anuncios se enteran de los productos y/o servicios que ofrecen las micro empresas (Gráfico 5).

Para abarcar las áreas cercanas y tener como mercado cautivo a los clientes que requieran los productos y/o servicios que los negocios tamaño micro ofrecen, emplean volantes, el 73% de ellos lo hacen, los pegan en las puertas con cinta adhesiva, los meten a los buzones los dejan en las hendiduras entre las puertas y su marco de cierre, el 73 % empleó este medio.

Los medios más usado para realizar la difusión fueron las redes sociales, es innegable que tuvieron un costo. Debido a que en las familias había estudiantes que requerían el servicio de internet, para auxiliarlos en sus estudios contrataron los servicios de internet, en retribución los estudiantes diseñaron los anuncios para ser transmitidos en las redes sociales, el 91 % de las micro empresas consideró que era un medio útil para dar a conocer aspectos de interés para el público en general que requiera sus productos y/o servicios. Mediante los celulares, pudieron diseñar los anuncios, y a través de los mimos los clientes potenciales pudieron buscar los productos que, de acuerdo a sus necesidades, requirieron para satisfacerlas. La tendencia fue al empleo de las TIC's para difundir información y, consultar para encontrar información sobre los productos y/o servicios que se necesitaban.



Correlación entre las variables

El indicador para ver el grado de asociación entre dos o más variables es el coeficiente de Pearson, el valor que se obtuvo del mismo fue muy bajo (Diagrama 2). Según la escala de Padua (Cuadro 6) la correlación es calificada como “casi insuficiente” dado que es menor a 0.20, prácticamente no existe una asociación entre la

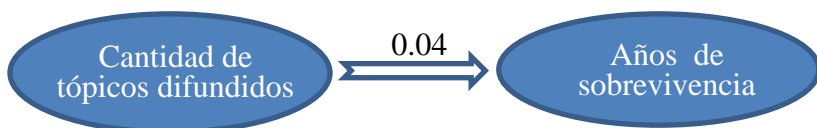


Diagrama 1. Coeficiente de Pearson

cantidad de medios a utilizar para difundir aspectos de interés del cliente sobre el producto y/o servicio, sus puntos de venta, sus promociones, formas de pago y de más información que los directores consideraron pertinente difundir.

Rango del Coeficiente de Pearson

R menor que 0.20

R de 0.20 a 0.40

R de 0.40 a 0.70

R de 0.70 a 0.90

R de 0.90 a 1.00

Fuente: Padua, Jorge. “Técnicas de investigación aplicada a las ciencias sociales”. Edit. Fondo de Cultura Económica. Nov. 1996 p.287. Da el crédito a: Guilford, J. P. “Psychometric Methods”. Edit. McGraw Hill. Nueva York. 1954

Grado de asociación entre las variables

Correlación leve, casi insuficiente

Baja correlación, definida pero baja

Correlación moderada, sustancial

Correlación marcada, alta

Correlación altísima, muy significativa

Cuadro 4. Criterio para la contrastación de la hipótesis

Comentarios Finales

Conclusión

El uso de los medios de difusión es necesario para la sobrevivencia de las empresas tamaño micro, pero no es suficientes para mantenerla operando. La cantidad de medios de difusión que utilicen los negocios tamaño micro no contribuye a que se incrementen sus años de sobrevivencia.

Recomendaciones

Usar el medio de difusión que tenga más cobertura de clientes potenciales, dado que gastar en la diferenciación de medios, no incrementará los años de sobrevivencia de las empresas tamaño micro. Es necesario buscar otras variables independientes que puedan correlacionarse con la sobrevivencia, como la versatilidad de los productos a los cambios de las necesidades de los clientes.

Referencias

INEGI. “Directorio Nacional de Unidades Económicas”. Base de Datos. Oaxaca. Ciudad de Oaxaca. 28. Feb. 2019.

Padua, Jorge. Técnicas de investigación aplicada a las ciencias sociales. Edit. Fondo de Cultura Económica. Nov. 1996.

Secretaría de Economía de la Federación. “Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas”. Diario Oficial de la Federación. Tercera sección. 30. Jun. 2009

Notas Biográficas

El Dr. Jorge Vera Jiménez tiene experiencia en la implantación del SGC-2015 del Instituto Tecnológico de Oaxaca del TecNM.

El M.I. Luis Barranco Ruiz ejerce la docencia en la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Oaxaca del TecNM, es asesor de estudiantes quienes prestan sus servicios de residencias y es tutor de estudiantes es Secretario de la Academia de Ingeniería Industrial

El MA. Salvador Amado Moreno Gutiérrez es profesor de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Oaxaca del TecNM, profesor de materias de la especialidad de Herramientas para el Desarrollo Empresarial es Presidente de la Academia de Ingeniería Industrial

El C. Sharim Joel Aquino Martínez es egresado de la carrera de Ingeniería Industrial con especialidad en Herramientas para el Desarrollo Empresarial, participó en la investigación, la cual le sirvió para el desarrollo de su tesis para su titulación

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Paecilomyces* sp. y *Trichoderma* sp. CON ACTIVIDAD BIOTRANSFORMADORA DE CARBÓN DE BAJO RANGO EN UN SUELO AGRÍCOLA Y PASTO MORADO (*Pennisetum purpureum*), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

Claudia Marcela Vergel Castro¹, Dr. Nelson Osvaldo Valero Valero²,
MS. Lilibiana Cecilia Gómez Gómez³

Resumen— Se evaluó el efecto del hongo biotransformador de carbón de bajo rango *Paecilomyces* sp., aplicado en conjunto con carbón directamente en tamaños de partícula de 4.75mm, 2.36mm y <300 μ , sobre las características morfoagronómicas de *Pennisetum purpureum*. El tamaño de carbón de 4.75mm, influyó positivamente en el desarrollo de raíz. Se probó la aplicación directa de carbón de 4.75mm en dosis de 125, 1.250, 12.500 y 125.000mg*kg⁻¹ en conjunto con *Paecilomyces* sp. sobre pasto morado. La dosis de 125.000mg*kg⁻¹ incrementó la biomasa de raíz y la producción de follaje. Con el tamaño de partícula y concentración de carbón establecidos, se evaluó el efecto individual de *Paecilomyces* sp. y *Trichoderma* sp., aplicados con carbón, sobre el sistema suelo-planta. Se evidenció que las sustancias húmicas favorecieron el sistema radicular, y los agregados del suelo más estables se obtuvieron con la aplicación de *Paecilomyces* sp. de manera individual, favoreciendo el desarrollo de las plantas.

Palabras clave— Carbón de bajo rango, *Paecilomyces* sp., *Trichoderma* sp., *Pennisetum purpureum*.

Introducción

En el departamento del Cesar aproximadamente 1.500.000 ha son dedicadas a la ganadería, con una población bovina de 1.482.922 cabezas que contribuyen con una producción diaria aproximada de 900.000 L de leche (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2018). Sin embargo, esta actividad económica está limitada por un proceso de degradación de las praderas que afecta directamente la producción de forraje, lo cual repercute en baja productividad por unidad de superficie (Martínez, y otros, 2016). Por lo tanto, se hace indispensable implementar alternativas amigables con el medio ambiente, que permitan la recuperación y mejoramiento de las características de los suelos para el restablecimiento de la ganadería que representa desde hace varios decenios el significado económico, social, cultural y político en la región Caribe (Mora, Ríos, Ríos, & Almario, 2017) y por consiguiente se hace necesario aumentar y fortalecer la materia orgánica presente en este.

El uso de microorganismos del suelo contribuyen a la sustentabilidad de todos los ecosistemas por ser los principales agentes del ciclado de los nutrientes al regular la dinámica de la materia orgánica del suelo, brinda beneficios debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la emisión de gases de efecto invernadero, la estructuración del suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (Correa, 2013).

El carbón se formó a partir de la vegetación semidescompuesta que se fue consolidando en medio de los estratos de roca y se alteró por los efectos combinados de la presión y el calor durante millones de años (Orem y Finkelman, 2014, citado por Valero et al., 2018). El índice de cambio sufrido por un carbón al madurar, desde la turba hasta la antracita, se denomina “rango” y define sus propiedades físicas y químicas finales. Los carbones de bajo rango son normalmente blandos y desmenuzables, con un aspecto mate y terroso, presentan niveles de humedad altos, alto contenido de ceniza y material volátil, bajo contenido en carbono fijado y alto contenido de oxígeno; son considerados residuos de los procesos de extracción carbonífera, pero gracias a la naturaleza orgánica y física, constituyen una fuente rica en sustancias húmicas, que puede contribuir al mejoramiento de las propiedades de suelos degradados (Valero, Salgado, & Bastidas, 2018).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se evidencia la creciente necesidad de investigar y efectuar alternativas que induzcan la recuperación y mejoría de las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas.

Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo con miras en la consecución de una alternativa, que pretende desde el

¹ Claudia Marcela Vergel Castro es microbióloga, Joven Investigador e Innovador de la Universidad Popular del Cesar. claudia.vergelc@gmail.com (autor correspondiente)

² Dr. Nelson Osvaldo Valero Valero es Profesor de Microbiología de la Universidad Popular del Cesar, Colombia. nelsonvalero@unicesar.edu.co

³ Ms. Lilibiana Cecilia Gómez Gómez es Profesora de Ciencias Naturales de la Universidad Popular del Cesar, Colombia. lilianagomez@unicesar.edu.co

campo académico dar una visión conceptual y dinámica del efecto de la aplicación de microorganismos (*Paecilomyces* sp.) biotransformadores de carbón de bajo rango sobre el crecimiento de *Pennisetum purpureum* conocido comúnmente como pasto morado, el cual representa una alternativa para la alimentación de ganado bovino (Madera, Ortiz, Bacab, & Magaña, 2013)

Descripción del Método

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología Agrícola y Ambiental de la Universidad Popular del Cesar, en el municipio de Valledupar (norte de Colombia).

Microorganismos. Se seleccionaron las cepas fúngicas nativas *Paecilomyces* sp. y *Trichoderma* sp. aisladas de muestras ambientales influenciadas por carbón de bajo rango generado por la actividad minera en la región Caribe Colombiana, destacándose por su capacidad biotransformadora de carbón. Desde el cultivo esporulado de la cepa fúngica en agar Sabraud, se dispuso una suspensión de esporas y micelio en agua destilada estéril, y se inoculó en 600 ml de caldo Sabraud glucosa con adición de 0,01% de CBR mediante aireación o burbujeo, hasta obtener suficiente biomasa. La concentración celular se determinó mediante el protocolo establecido en el laboratorio de Microbiología Agrícola y Ambiental por el grupo de investigación (Valero et al., 2010).

Carbón de bajo rango (CBR). Se empleó un carbón de bajo rango tipo lignito, colectado de la minería de carbón en el departamento del Cesar. Se esterilizó a 120°C durante 30 minutos (Selvi, Banerjee, Ram, & Singh, 2009).

Obtención de las sustancias húmicas (SH). A partir del CBR colectado, se llevó a cabo la obtención de las SH mediante la modificación de la técnica descrita por Sharif (2002); obteniendo el extracto húmico (EH) en solución, correspondiente a la fracción de ácidos húmicos y fúlvicos obtenidos de someter el CBR en medio alcalino en condiciones controladas. El rendimiento de EH fue del 8%.

Semillas. Se utilizaron estacas de pasto morado (*Pennisetum purpureum*), recolectadas de un cultivo que se encuentra en la finca Monte de Horeb (norte del departamento del Cesar); a partir de las estacas se obtuvieron las semillas vegetativas, las cuales fueron previamente lavadas con agua destilada estéril, seguida de la desinfección con alcohol al 70% y enjuague con agua destilada estéril, una nueva desinfección con una solución de hipoclorito de sodio al 1% por dos minutos y posteriormente enjuagadas en agua destilada estéril, siguiendo las recomendaciones de (Cubillos, Paez, & Mejia, 2011).

Sustrato para el crecimiento vegetal. Se trabajó con un suelo entisol, poco evolucionado, con presencia de hierro en estado oxidado, que permite poca labranza, adecuado para cultivos perennes y propenso a erosión laminar, procedente de la granja agropecuaria Canann. Se tamizó a un diámetro entre 2 mm y 4 mm (Puglisi, y otros, 2009) según norma ASTM 11; y se esterilizó a una temperatura de 121°C a 15 libras de presión por 60 minutos.

*Determinación del tamaño de partícula y concentración del carbón de bajo rango sobre *Pennisetum purpureum*.* Se ejecutaron dos ensayos bajo condiciones de laboratorio (fotoperiodo de 12h de luz artificial y 12h de oscuridad), probando diferentes tamaños y dosis de CBR. Se utilizó como único microorganismo a *Paecilomyces* sp. debido a que mostró los mejores resultados en estudios anteriores en cuanto a la actividad biotransformadora de carbón (Valero, Gómez, & Rodríguez, 2010). En el primer ensayo se probó el efecto de *Paecilomyces* sp. aplicado en conjunto con tres tamaños diferentes de partícula de CBR. En el segundo ensayo, se evaluó el efecto del hongo con la aplicación de diferentes dosis de carbón. Cada ensayo, se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cinco y seis repeticiones respectivamente por tratamiento y una duración de 20 días, al cabo de los cuales, se llevó a cabo la medición de las variables.

Aplicación directa de carbón a diferentes tamaños de partícula. Se evaluaron tres tamaños de partícula: grano grande (4.75mm), grano pequeño (2.36mm), y en polvo (<300 μ) (Oboirien, Burton, Cowan, & Harrison, 2009), a una concentración de 1.250mg*kg⁻¹ (Valero, Gómez, & Rodríguez, 2010) en conjunto con el biopreparado del inóculo microbiano de 2gr ml⁻¹ de biomasa de *Paecilomyces* sp. Se utilizaron cuatro controles, el primero con suelo y pasto morado sin adición de inóculo fúngico, el segundo con suelo más planta e inóculo microbiano, pero sin la adición de CBR, el tercer control con suelo, planta y ácidos húmicos sin adición de carbón, y un cuarto control con suelo, planta y sustancias húmicas, pero sin aplicación de CBR ni inóculo microbiano.

Las semillas vegetativas fueron sembradas en bolsas de polietileno transparentes con 250 gr de suelo, previamente homogenizado con el carbón y el inóculo fúngico. La humedad del suelo se mantuvo al 50% de capacidad de campo. De esta manera, el experimento constó de 7 tratamientos incluidos los 4 controles, y 5 repeticiones, con una semilla vegetativa por réplica. Después de 20 días, se tomaron las muestras del material vegetal de las 35 plántulas para la medición de variables: número de raíces, longitud de raíces, peso seco de raíz, número de retoños y número de hojas.

Aplicación directa de carbón a diferentes concentraciones. Se prepararon mezclas con 500 g de suelo tamizado y esterilizado, a los cuales se aplicaron los tratamientos con el biopreparado del inóculo de 0.015mg ml⁻¹ de biomasa

de *Paecilomyces* sp. en conjunto con carbón a distintas concentraciones (125mg, 12.500mg y 125.000mg) y con un tamaño de partícula de 4.75mm (Valero, Gómez, & Rodríguez, 2010). Se sembró una semilla vegetativa de pasto morado desinfectada, por cada una de las réplicas al mismo tiempo de aplicados los tratamientos. Se utilizaron cuatro controles, el primero con suelo y pasto morado sin adición de inóculo fúngico, el segundo con suelo más planta e inóculo microbiano, pero sin la adición de CBR, el tercer control con suelo, planta y ácidos húmicos sin adición de carbón, y un cuarto control con suelo, planta y sustancias húmicas, pero sin aplicación de CBR ni inóculo microbiano. Transcurridos 20 días después de la aplicación de los tratamientos, se tomaron muestras de material vegetal de las 56 plántulas, para la medición de las mismas variables del ensayo anterior.

Ensayo del efecto del carbón en combinación con *Paecilomyces* sp. y *Trichoderma* sp. sobre el suelo y la planta. Con las determinaciones obtenidas anteriormente en cuanto a dosis y tamaño de partícula, se mezclaron 500gr de suelo tamizado con 125.000mg*Kg⁻¹ de CBR con un tamaño de partícula de 4.75mm, y se adicionó el biopreparado del inóculo microbiano (0.05 mg ml⁻¹); al mismo tiempo de aplicados los tratamientos se sembró una semilla vegetativa de *P. purpureum* previamente desinfectadas, por cada réplica. De esta forma, se establecieron 6 tratamientos, incluidos los 4 controles, correspondientes al CBR (4.75mm y 125.000mg*Kg⁻¹), aplicación de SH 133,3mg*Kg⁻¹, inóculo fúngico (0.05 mg ml⁻¹), y semilla vegetativa sola sin ninguna adición, se tuvieron seis (6) repeticiones para cada tratamiento. Después de 20 días, se tomó el material vegetal y las muestras de suelo de las 30 unidades experimentales, para la medición de las variables en la planta y el suelo; en la planta: número de raíces, desarrollo de follaje, número de retoños, longitud de raíces, determinación de la biomasa de raíz y biomasa de follaje (peso seco), y en el suelo: estabilidad de los agregados y densidad aparente del suelo.

Recuperación del microorganismo. Se realizaron aislamientos de muestras de suelo rizosférico provenientes de los tratamientos realizados en los ensayos, utilizando el método de dilución en placa. Se preparó una submuestra y de esta última se tomaron 50gr de suelo que fueron llevados a 450ml de agua peptonada (0.1% p/v) estéril. Posteriormente, se tomó 1 ml de la solución y se transfirió a 9 ml de agua peptonada (0.1% p/v) estéril., hasta alcanzar la dilución 10⁻⁷; se sembraron por triplicado alícuotas de las diluciones 10⁻¹ a 10⁻³, 10⁻⁵ y 10⁻⁷ en cajas de petri con agar PDA acidificado estéril, y se incubaron a 28°C por un periodo de 7 días. Finalmente, se realizó la descripción macroscópica y microscoscópica del morfotipo aislado.

Análisis estadístico. Se empleó un análisis de varianza a través de un paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.1, y verificados en el paquete estadístico SPSS versión 15, determinando las diferencias entre cada tratamiento y las posibles relaciones entre las variables a estudiar.

Resultados y discusión

En el ensayo para la determinación del tamaño de partícula de carbón + *Paecilomyces* sp., se evidenció el mayor valor de biomasa de raíz, en el tratamiento con carbón de 4.75mm de diámetro T1.

En la figura 1, se presenta el resultado de la medición de la biomasa de raíz de plántulas de pasto morado, tratadas con diferentes tamaños de carbón. Este resultado muestra diferencias estadísticas significativas para el tratamiento 1 y los demás tratamientos y controles. Las variables número de raíz, desarrollo de follaje y número de brotes, longitud de raíz, no mostraron diferencias significativas.

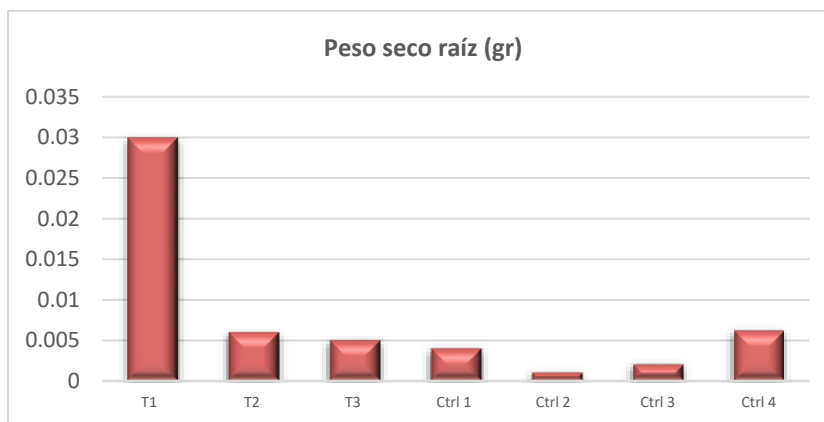


Figura 1. Biomasa de raíz (peso seco) de plántulas de *P. purpureum* provenientes de semillas vegetativas tratadas con diferentes tamaños de partícula de carbón.

En el ensayo para la determinación de la concentración de carbón + *Paecilomyces* sp., se observó la mayor biomasa de raíz, en las plántulas tratadas con la dosis de 125.000mg de CBR/kg de suelo (T4), exhibiendo pequeñas diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás tratamientos y a los controles; y solo entre los tratamientos la mayor biomasa de follaje. En el número de raíces en pasto morado se obtuvo, que el T2 (2,57 raíces) fue el más alto resultado mostrando pequeñas diferencias con respecto al T3 (0,28 raíces) y T1: en donde no hubo crecimiento de raíces, por consiguiente, se presentó mayor producción de raíces a menor concentración de carbón. En cuanto a la longitud de raíz no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

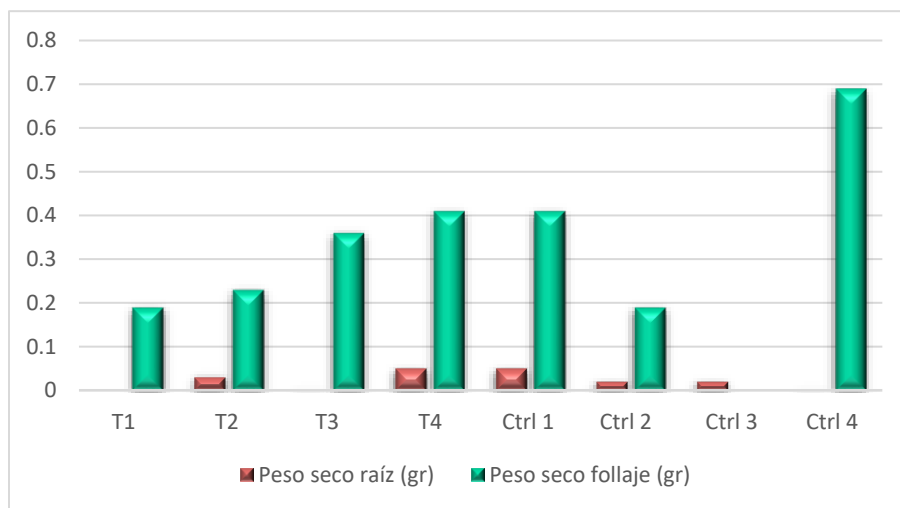


Figura 2. Biomasa de raíz, biomasa de follaje, número de raíces de plántulas de *P. purpureum* provenientes de semillas vegetativas tratadas con diferentes concentraciones de carbón de bajo rango.

En el experimento del efecto del carbón de bajo rango en combinación con *Paecilomyces* sp. sobre el suelo y el pasto morado, se encontró que la mayor biomasa de raíz se obtuvo con la aplicación de 133,3 mg de Sustancias Húmicas/kg de suelo (Ctrl 3), que presentó diferencias con respecto a los tratamientos y a los demás controles; resultado que probablemente se debe a que las sustancias húmicas poseen la habilidad de promover el desarrollo vegetal, mediante la inducción de algunos procesos fisiológicos de las plantas (Pasqualoto, 2009), mejorar la absorción de nutrientes e incrementar los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de que contengan elementos nutrientes en su composición (Veobides, Guridi, & Vásquez, 2018).

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de raíces en el control Ctrl3 (11,66 raíces) con respecto al tratamiento T1(4,16 raíces) y Ctrl2 (1,66 raíces); este resultado puede estar relacionado con el efecto que ejercen las sustancias húmicas sobre la pared celular, induciendo el alargamiento y proliferación de raíces (Pasqualoto, 2009) indicando que *Trichoderma* sp. y el carbón de bajo rango mejoran la calidad de la planta, sirviendo como fuente orgánica para el suelo que se ve reflejado en el crecimiento de las plantas, teniendo en cuenta que el CBR tiene cantidades considerables de sustancias húmicas que influyen sobre el desarrollo vegetal y se ha investigado utilizando factores biométricos a través de numerosos estudios, mostrando consistentemente que desencadenan crecimiento radical, foliar y proliferación de brotes, igualmente está comprobado que estimulan la germinación (Piccolo, Pitramellara, & Mbagwu, 1997); esto ha desencadenado el uso generado de estos compuestos extraídos a partir de leonarditas y lignitos, para mejorar la productividad de forrajes, hortalizas, cereales y frutales entre otros cultivos (Ribeiro, Vasconcelos, & dos Santos, 2000). Dichas SHs pueden ser liberadas espontáneamente desde las partículas de carbón hacia la solución del suelo, mediante la biosolubilización de CBR por medio de diferentes mecanismos con la utilización de hongos como *Trichoderma* sp. (Silva-Stenico, Vengadajellum, Janjua, & Harrison, 2007) aislados de diferentes CBR como lignito (Silva-Stenico et al., 2007; Yuan et al., 2006). No se presentaron diferencias significativas en desarrollo de las hojas, el número de brotes y longitud de raíz.

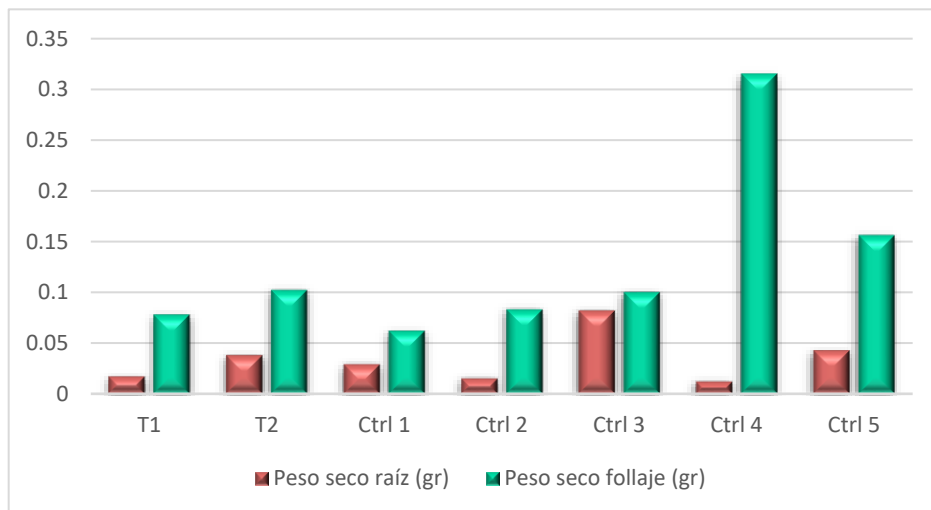


Figura 3. Biomasa de raíz y follaje de plántulas de pasto morado tratadas con carbón de bajo rango en combinación con las cepas fúngicas.

En la medición de la distribución porcentual de agregados de suelo en fresco, se obtuvo que la aplicación individual de *Paecilomyces* sp. (Ctrl4) mejora la estructura de los agregados del suelo, debido a que genera agregados de mayor tamaño (9.50mm:78%), seguido del tratamiento T1 (9.50mm:46%) en comparación con el control Ctrl2 (9.50mm: 34%) y Ctrl3 (9.50mm: 28%); en el caso del Ctrl4, este resultado puede explicarse debido a que en las raíces, en particular en los pelos radicales, las hifas de los hongos exudan polisacáridos y otros compuestos orgánicos formando una malla pegajosa que une a las partículas individuales del suelo y microagregados para formar macroagregados (Mehta et al., 1960; Acton et al., 1963; Brady y Weil, 1999 citado por González, Gutierrez, & Wright, 2004), mientras en el caso del T1 el resultado tiene origen en la acción conjunta de las hifas del hongo y la materia orgánica humificada. El Ctrl4 presenta un declive gradual en la distribución porcentual de los agregados del suelo al disminuir el diámetro de los mismos

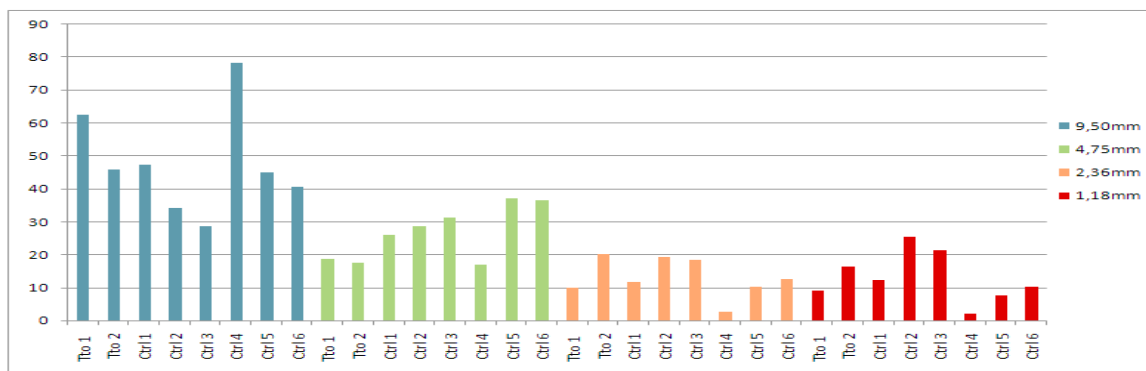


Figura 4. Distribución porcentual de agregados del suelo en fresco.

En cuanto a la distribución porcentual de agregados de suelo en seco, posterior a las fuerzas del humedecimiento súbito, los macroagregados del control Ctrl4 (9.50mm: 71%) se mantuvieron estables, mientras los del tratamiento T1 colapsaron (9.50mm: 5%); el resultado obtenido en el Ctrl 4 se debe probablemente a que los agregados que se forman por la acción de pegamentos producidos por hongos son en general estables en agua (González, Gutierrez, & Wright, 2004). En el caso del resultado presentado por el T1, indica que los macroagregados que se formaron después del tratamiento con *Paecilomyces* sp. en conjunto con CBR aún no se han estabilizado, debido a que la acción de la materia orgánica humificada que actúa como un agente cementante varía de acuerdo con su persistencia en el suelo y, por lo tanto, determina la estabilidad de los agregados (González, Gutierrez, & Wright, 2004). Como

se observa en la gráfica el suelo que formaba parte de los agregados más grandes se dispuso gradualmente en los agregados de diámetro más pequeño, esto se explica teniendo en cuenta el modelo jerárquico en la formación de agregados de acuerdo con los tamaños de las partículas propuesto por (Tisdall & Oades, 1982), en este modelo, los microagregados se unen para producir agregados de mayor tamaño, donde las diferentes clases de materia orgánica son las responsables de sostener los niveles de organización y, por lo tanto, también varía la estabilidad. Las sustancias húmicas (Ctrl3; 9.50:14%) no favorecen la formación de agregados del suelo de tamaño grande, pero si la formación de microagregados (Ctrl3; 1.18mm: 32%).

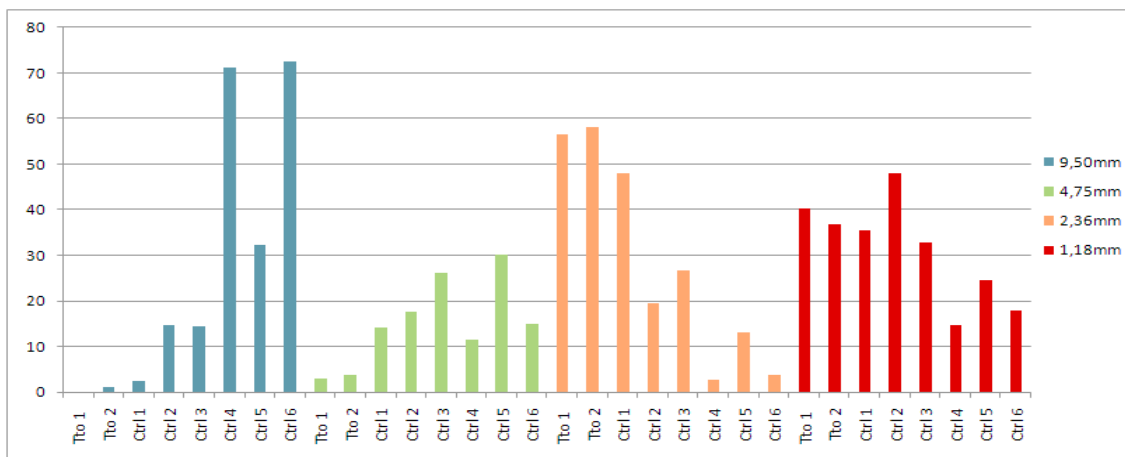


Figura 5. Distribución de agregados del suelo en fresco.

El índice de inestabilidad de los tratamientos aplicados luego de someterlos al tratamiento de tamizado en seco y al tratamiento de tamizado en agua se muestra en la tabla; indica en general, cambios relevantes en la formación y agregación del suelo en cuanto a la estabilidad de los agregados del mismo, debido a que la agregación que se presenta en el suelo corresponde a un proceso de largos periodos de tiempo y a que la formación de macroagregados seguido de un proceso de estabilización se presenta a largo plazo, el cual es mediado por complejos órgano mineral (Blanco-Canqui & Lal, 2004); en este ensayo se lograron cambios relevantes en un corto periodo de tiempo (20 días).

El tratamiento T1 (0,86gr/cm³) y el T2 (0,81gr/cm³) disminuyeron la densidad aparente del suelo en comparación al control absoluto Ctrl2 (1,08gr/cm³), que como lo muestra la figura 7 exhibe el mayor resultado junto con el Ctrl3 (1,13gr/cm³); este resultado puede respaldarse por lo citado por Sharif (2002) y Valero (2010).

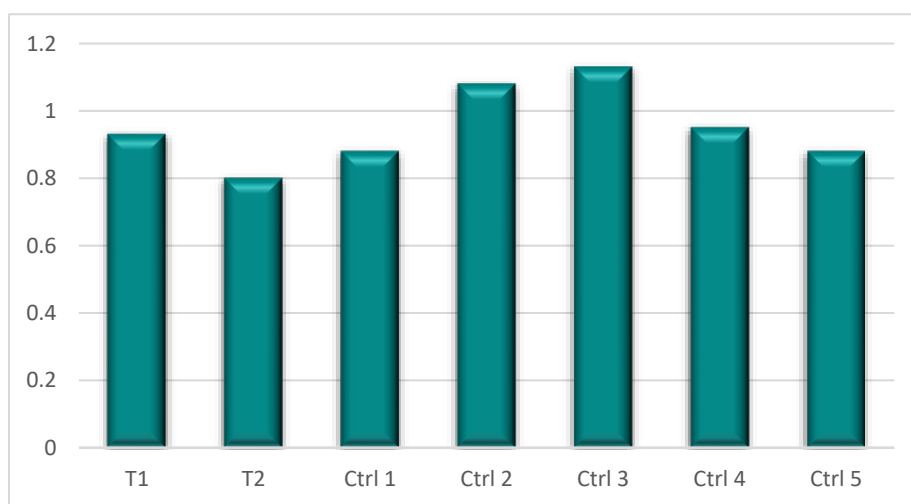


Figura 6. Densidad aparente del suelo (gr/cm³).

La aplicación directa de carbón de bajo rango en conjunto con *Paecilomyces* sp. a un tamaño de partícula de 4.75mm y una concentración de 125.000 mg*kg⁻¹, fue positiva, presentando un resultado significativo con respecto a los demás tratamientos, al inducir el desarrollo de *Pennisetum purpureum*, evidenciado en la mayor biomasa de raíz. En cuanto al efecto de las cepas fúngicas biotransformadoras de carbón de bajo rango, se estableció que las sustancias húmicas tienen el mejor efecto en el crecimiento sobre *P. purpureum*, y los agregados del suelo más estables se obtuvieron con la aplicación de *Paecilomyces* sp. de manera individual.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a la Universidad Popular del Cesar, y al grupo de investigación Microbiología Agrícola y Ambiental.

Referencias

- Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2004). Mechanisms of Carbon Sequestration in Soil Aggregates. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 481-504. doi:10.1080/07352680490886842
- Correa, O. (2013). *Aportes de la microbiología a la producción de los cultivos*. Buenos Aires: Facultad de Agronomía.
- Cubillos, J., Paez, A., & Mejia, L. (2011). Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de *Trichoderma harzianum* Rifai contra *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Asociado al Complejo "Secadera" en Maracuyá. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 5821-5830.
- González, M., Gutierrez, M., & Wright, S. (2004). Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. *Terra Latinoamericana*, 22(4), 507-514.
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2018). *Censo Pecuario Nacional*. Bogotá - D.C: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Madera, N., Ortiz, B., Bacab, H., & Magaña, H. (2013). Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 41-52.
- Martínez, D., Enríquez, J., Ortega, E., Esqueda, V., Hernández, A., & Escalante, A. (2016). Rehabilitación de una pradera de pasto Insurgente con diferentes métodos de manejo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1787-1800.
- Mora, M., Ríos, L., Ríos, L., & Almario, J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región*, 1-12. doi:<https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>
- Oboiren, B., Burton, S., Cowan, D., & Harrison, S. (2009). The effect of the particulate phase on coal biosolubilisation mediated by *Trichoderma atroviride* in a slurry bioreactor. *Full processing Technology*, 303-312.
- Pasqualoto, L. (2009). Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H₂-ATPase Activity in Maize Roots. *Plant Physiology*, 1951-1957.
- Piccolo, A., Pitramellara, J., & Mbagwu, J. (1997). Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. *Geoderma*, 75, 267-277.
- Puglisi, E., Fragoulis, G., Ricciuti, P., cappa, F., Spaccini, R., Piccolo, A., . . . Crecchio, C. (2009). Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizosphere under maize (*Zea mays* L.). *Chemosphere*, 829-837. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.07.077>
- Ribeiro, H., Vasconcelos, E., & dos Santos, J. (2000). Fertilisation of potted geranium with a municipal solid waste. *Bioresource Technology*, 247-249.
- Selvi, A., Banerjee, R., Ram, L., & Singh, G. (2009). Biodepolymerization studies of low rank Indian coals. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1713-1720.
- Sharif, M. (2002). *Effect of lignitic coal derived humic acid on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil*. Peshawar - Pakistan: NWFP Agricultural University Peshawar.
- Silva-Stenico, E., Vengadajellum, C., Janjua, H., & Harrison, S. (2007). Degradation of low rank coal by *Trichoderma atroviride* ES11. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 34(9), 625-631. doi:10.1007/s10295-007-0223-7
- Tisdall, J., & Oades, J. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *European Journal of Soil Science*, 141-163.
- Valero, N., Gómez, L., & Rodríguez, N. (2010). Perspectivas sobre el uso de microorganismos para la transformación de carbones de bajo rango con fines de manejo sostenible del suelo. *III Seminario Nacional y I Seminario Internacional en Geología, Minería y Medio Ambiente*. Valledupar.
- Valero, N., Salgado, J., & Bastidas, M. (2018). Carbones de Bajo Rango como Recurso para Enmiendas Húmicas mediante Transformación Microbiana. *Carbones de Bajo Rango*, 29(4), 315-324. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500315>
- Veobides, H., Guridi, F., & Vásquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 102-109.
- Yuan, H., Yang, J., & Chen, W. (2006). Production of alkaline materials, surfactants and enzymes by *Penicillium*. *FUEL*, 85(10-11), 1378-1382.

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA POKA-YOKE PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE EPOXI

M.C. Robertha Alicia Vidal Hernández¹, M.A. Mario Javier Nieblas Nuñez², M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña³,
Ing. Ingrid Alexa Castellanos Carrasco⁴

Resumen: Se muestra la implementación de la metodología Poka-Yoke, así como la aplicación de herramientas de manufactura esbelta para la reducción y optimización del tiempo en la operación Back Fill en conectores de uso militar, que actualmente se realiza manualmente y que para efectuarla un operador de nuevo ingreso y sin habilidad ni experiencia en la operación requiere 12 minutos más que un operador con experiencia además impacta en el tiempo de entrega del producto al cliente. Mediante la instalación de una máquina se pretende automatizar el proceso para optimizar los tiempos de operación. Se muestran los resultados obtenidos mediante el aumento en la capacidad del proceso operando la máquina al 85% y al 100%. Se muestra el cambio en el proceso el cual tiene gran demanda en la maquiladora, con un buen análisis e implementación se logró reducir el tiempo de operación mediante la estandarización y programación de la máquina.

Palabras clave: Poka-Yoke, productividad, reducción de tiempos.

Introducción

En la actualidad una de las principales preocupaciones dentro de las empresas es lograr la entrega de los productos demandados por el cliente en el momento requerido y las cantidades solicitadas por el mismo, cumpliendo con las especificaciones requeridas. Se presenta la implementación de la metodología de Poka-Yoke en la empresa maquiladora Amphenol Optimize Planta Azteca, ubicada en la ciudad de Nogales, Sonora, organización dedicada a la manufactura de conectores de uso aeroespacial, militar y comercial. En el presente proyecto se muestra la mejora del proceso de la operación de Back Fill, proceso en el cual la empresa presenta deficiencias en el cumplimiento de entrega ya que tiene altas demandas.

Back Fill es una operación que se realiza manualmente y ha puesto en riesgo la productividad general de la empresa. La aplicación de la metodología Poka-Yoke se centra en la operación de Back Fill para aumentar la productividad, ofreciendo resultados dirigidos a la simplificación de la operación y a la reducción de tiempos y adicionándole así valor a los productos finales y eliminando aquellos que en definitiva no implica ningún valor para el cliente, Matías, (2013). Además, se menciona el impacto motivacional en la organización, debido a que se aumenta la satisfacción laboral y cambio de mentalidad de las personas involucradas en el proyecto.

Descripción del Método

Diagnóstico del proceso actual en Back Fill

La figura 1 muestra el proceso actual de la operación de Back Fill (Inyección de epoxi RTV entre el grommet y el shell del conector) la cual se realiza utilizando una dosificadora de aire, que hace presión en una jeringa, que va inyectando el epoxi RTV en el conector. Esta operación se realiza manualmente por lo cual, el operador sostiene el conector con una mano y con la otra mano sostiene la jeringa, el conector va girando alrededor de la jeringa y con su pie presiona un pedal que hace que suelte presión la dosificadora. La operación se realiza cuidadosamente y se observa con un microscopio cómo se va rellenando el conector y se inspecciona que la operación haya sido realizada correctamente.

¹ La M.C. Robertha Alicia Vidal Hernández es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, rvidal2000@hotmail.com

² El M.A. Mario Javier Nieblas Nuñez es director de las carreras de Ingeniería en Sistemas Productivos e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, mnieblas@utnogales.edu.mx

³ La M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña es Profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, iris_nieblas@hotmail.com

⁴ La Ing. Ingrid Alexa Castellanos Carrasco, es egresada de la carrera de Ingeniería en Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, Ingrid_castellanos_11@hotmail.com



Figura 1. Proceso actual de la operación de Back Fill

En el caso de que las piezas cuenten con defectos estas se deben de re-trabajar, en el caso de las burbujas, se revienta la burbuja y se vuelve a rellenar el espacio que dejó, en el caso de que la pieza quede muy baja se debe de rellenar, cuando la pieza quede alta se debe de quitar el excedente con un palillo sin manchar los orificios donde se ensamblara el pin y se procede a limpiar el resto de epoxi en el shell y en el grommet con alcohol.

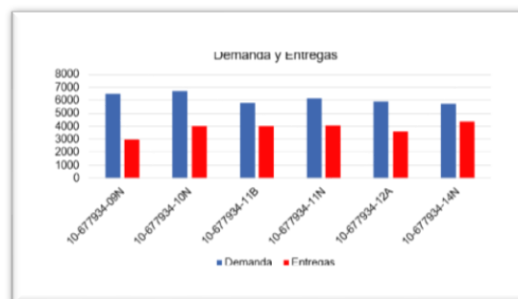
Estrategias aplicadas y medición

El principal problema del área es que cuentan con muchos números de parte y una alta demanda para cada número, en esta área se les realiza la operación de Back Fill a 6 números de parte diferentes los cuales tienen una demanda de alrededor de 1,500 piezas por semana de cada uno, por lo cual surge el problema de demora de entrega al cliente, ya que para este proceso solo tienen a un operador encargado de sacar las piezas, es por eso que las piezas se acumulan y no se maquila la demanda de la semana.

En el área cuentan con una máquina dispensadora de epoxi RTV que trabaja de manera automática, y con menor tiempo, pero por falta de espacio, dedicación y tiempo la máquina está detenida, ya que no tienen la información, la programación, el fixture adecuado y no se ha realizado la estandarización de la operación por medio de la máquina, para comenzar a correr piezas en ella. La necesidad surge por parte de producción al pedir la estandarización de la máquina ya que tiene siete meses detenida, y se siguen acumulando las piezas, y tienen problemas con el cliente por entregas fuera del tiempo requerido. Es por eso que el objetivo es reducir el tiempo de la operación por medio de la estandarización de la máquina Nordson.

En el cuadro 1 se muestra la tabla con la demanda y entrega del mes de febrero de los 6 números de parte que se corren en el área y su respectiva gráfica, de lo que se tenía pronosticado para el mes y lo que en realidad se entregó, realizando la operación manualmente.

| Mes de Febrero 2019 | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| N/P: | Demanda y Entregas | |
| | Demanda | Entregas al Cliente |
| 10-677934-09N | 6484 | 2952 |
| 10-677934-10N | 6739 | 4012 |
| 10-677934-11B | 5820 | 4044 |
| 10-677934-11N | 6163 | 4063 |
| 10-677934-12A | 5910 | 3597 |
| 10-677934-14N | 5780 | 4342 |



Cuadro 1. Demanda y entregas en febrero 2019

Análisis de tiempos estándar y capacidad de la operación manual

Por cada número de parte se realizó la toma de tiempos en segundos y la capacidad en la operación manual de Back Fill los tiempos fueron tomados con un operador que tiene la experiencia en el proceso. Se tomó una muestra de 9 piezas por cada número de parte y se realizaron 4 corridas. En el cuadro 2 se muestra un ejemplo de toma de tiempo y capacidad del proceso en un número de parte.

Dónde: C: Corrida N/P: Numero de parte Ø= Diámetro

| Toma de tiempos: Proceso Manual | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------------|---------------------------------|------|------|------|------|
| N/P: | 10-677934-09N | | | | | | | | | Ø | 17.5 mm | | | | |
| Muestras | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pza. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Tiempo Promedio | Total de tiempo en la operación | | | | |
| C1 | 59 | 47 | 51 | 41 | 58 | 53 | 45 | 57 | 43 | 50.44 | Seg. | 454 | Seg. | 7.57 | Min. |
| C2 | 48 | 56 | 42 | 51 | 55 | 40 | 53 | 48 | 51 | 49.33 | Seg. | 444 | Seg. | 7.4 | Min. |
| C3 | 55 | 43 | 53 | 44 | 39 | 52 | 49 | 54 | 46 | 48.33 | Seg. | 435 | Seg. | 7.3 | Min. |
| C4 | 57 | 48 | 50 | 54 | 43 | 56 | 47 | 44 | 41 | 48.89 | Seg. | 440 | Seg. | 7.33 | Min. |
| Total | | | | | | | | | | 197 | Seg. | 1773 | Seg. | 30 | Min. |
| Promedio | | | | | | | | | | 49.25 | Seg. | 443 | Seg. | 7.39 | Min. |

| Capacidad del proceso manual | | |
|------------------------------|---------------|------|
| N/P: | 10-677934-09N | |
| Piezas producidas por hora | 73 | 100% |
| Piezas primer turno (9 Hrs) | 658 | 100% |
| Piezas segundo turno (8 Hrs) | 585 | 100% |
| Piezas segundo turno (9 Hrs) | 559 | 85% |
| Piezas segundo turno (8 Hrs) | 475 | 85% |

Cuadro 2. Toma de tiempo y capacidad del proceso

Una vez concluida la toma de tiempo en los nueve números de parte y analizados los datos, se planea reducir y optimizar tiempos por medio de la estandarización del proceso de inyección de epoxi RTV (Back Fill) por medio de ayudas visuales, toma de tiempos, un estudio para observar los errores que pudieran surgir en cada corrida, dándoles solución para que no se vuelvan a presentar y realizar la programación de cada número de parte, dejando la máquina lista para que el operador pueda manejarla sin complicaciones además de monitorear el proceso.

Implementación de metodología y diseño de fixture

Se implementa la metodología Poka-Yoke para el diseño de un fixture donde se pueda ensamblar más de 1 pieza a la vez. Se podrán ensamblar 9 conectores en el nuevo fixture y se diseñan dos fixtures para cada número de parte. Se realizó una capacitación con el proveedor de la máquina dispensadora de epoxi RTV para conocer aspectos generales, conociendo más a detalle su estructura, sus elementos y su funcionamiento, además se aprendió el como funciona el software de la máquina, la configuración del sistema y a elaborar un programa.

La máquina dispensadora de epoxi RTV es una máquina de la serie de Nordson que funciona en 3 ejes X, Y, Z. La máquina será capaz de rellenar los conectores con epoxi diseñándose un programa para cada número de parte, además será capaz de cumplir la demanda semanal con la ayuda de un operador que se hará cargo de colocar 9 piezas en el fixture y de monitorear el proceso.

En la figura 2 se muestra la máquina dispensadora y el diseño del fixture para 9 piezas.

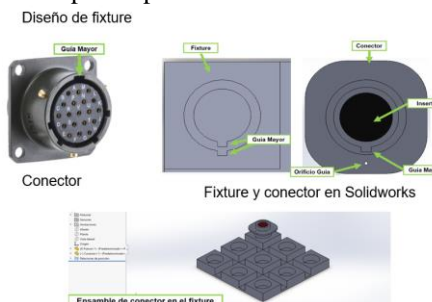


Figura 2. Máquina dispensadora y el diseño del fixture .

Se realizó un programa por cada número de parte, en total se realizaron 6 programas. El programa contiene donde comenzara la punta, tomara dos marcas de las esquinas con foto y medida del fixture, de ahí a qué punto se dirigirá en “X”, “Y”, tomara una foto del centro del grommet del conector, para detectar el centro en cada conector, realizara un punto de donde entrara la jeringa, cuanto entrara en “Z”, el programa realizara dos círculos para que el Back Fill quede parejo, y cada circulo tendrá su profundidad en “Z”, su diámetro, y los grados de la vuelta que realizara la jeringa, su velocidad, estos pasos los realizara en los 9 conectores, una vez ya terminado el ultimo conector en el penúltimo renglón se muestran las columnas, los renglones que realizara y por último regresara a home.

Análisis de los fallos más comunes de la máquina

Se detectaron piezas con problemas de calidad, es por esta razón que se optó por realizar un análisis de los fallos que ocurren frecuentemente en la máquina. Se corrió una orden de 150 piezas (muestras) por cada número de parte (10-677934-09N, 10-677934-10N, 10-677934-11N, 10-677934-11B, 10-677934-12A, 10-677934-14N). Los fallos presentados durante el período que abarcó el estudio, así como las causas registradas por cada número de parte, son los que se muestran en las tablas con sus respectivos diagramas de Pareto. Del análisis realizado se observa claramente que los fallos más comunes son manchas en el Shell, falta de epoxi RTV, exceso de epoxi RTV y burbujas, por amplio margen, son los principales problemas que afectan la calidad del producto. Se tomaron en cuenta los testimonios de operadores que realizan la operación de Back Fill, que tienen la experiencia necesaria para detectar las posibles razones por las cuales el epoxi RTV del conector no está quedando como lo requiere el cliente. Por los fallos detectados de la máquina, se tomó la decisión de realizar un poka-yoke de información, esto será mediante la implementación de un formato (PMD-001) que contendrá los parámetros con los cuales se deberá de correr la máquina, dependiendo el número de parte de la orden, en este formato se encontrará la velocidad del primer círculo, la velocidad del segundo círculo, la presión, el vacío y la punta que deberá de llevar cada programa dependiendo del número de parte. De esta manera se solucionarán los problemas que se presentaron en el estudio de fallos de la máquina.

Pruebas y resultados

El nuevo proceso se realizará con la máquina dispensadora de epoxi RTV, como se muestra en la figura 3 y 4, una vez encendida, se debe acceder al Software de Nordson, y accede el programa del número de parte que se desea ensamblar, se coloca el fixture a la base de la máquina, ajustándolo con 8 tornillos y 4 guías. Encender la dispensadora de presión y se procede a realizar el set up de la máquina, verificar que la jeringa quedo alineada con el sujetador.

Se procede a colocar la jeringa en la base de la máquina, apretar el tornillo con una llave Allen #2/5, es importante verificar que la colocación de la jeringa es la correcta guiándonos en las ayudas visuales. Una vez colocada la jeringa y la punta, se purgar la jeringa para verificar que la punta no se encuentre tapada y el epoxi no esté grumoso o seco.

Al calibrar la jeringa, se utiliza de guía el programa y la ayuda visual, la calibración de la jeringa se realiza cada que se cambia. Se calibra el fixture tomando las esquinas opuestas y colocando las medidas en el programa, estos pasos se describen a detalle en las ayudas visuales. Una vez calibrado el fixture se procede a colocar las 9 piezas en el fixture, basándose en la guía del fixture y en la guía de la pieza, verificando que ensamble correctamente. Por último, verificar que el programa sea el correcto y proceder a correr la máquina. Las piezas son realizadas aproximadamente en 3 minutos, tiempo en el cual el operador deberá de inspeccionar las piezas que vayan saliendo de la máquina, esto es solo para verificar que las piezas cumplen con las especificaciones indicadas. Una vez que la máquina termine las 9 piezas deberá de colocar otras 9 e inspeccionar las anteriores en lo que la máquina “corre” y así sucesivamente.

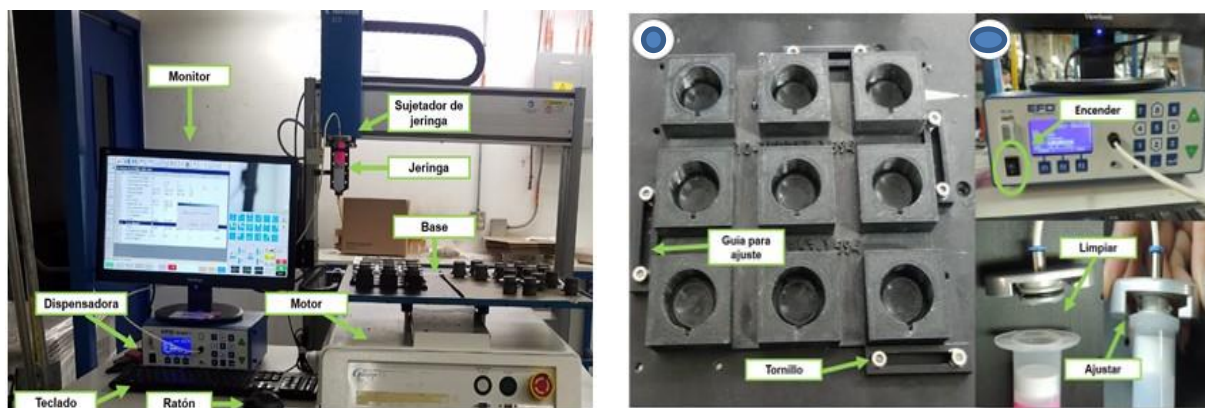


Figura 3. Proceso con máquina de epoxi RTV

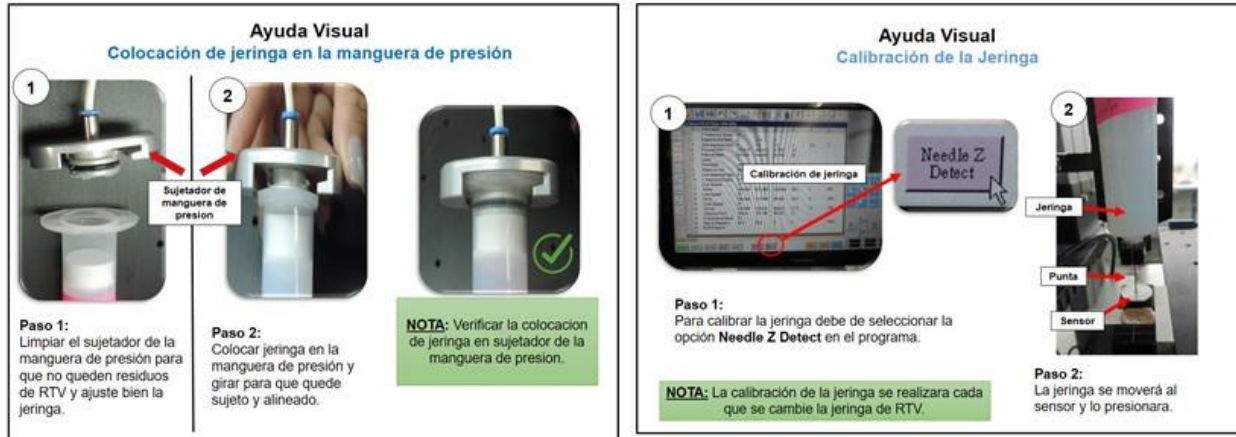


Figura 4. Ayudas Visuales para operación de máquina y software

Se realizó una comparación del total de la operación manual y el automático por cada número de parte y se obtuvo una diferencia, la cual es la cantidad de reducción de tiempo en la operación de Back Fill, tal como se muestra en el Cuadro 3.



| No. | # Parte | Tiempo Total Operación | | Mejora (Reducción de tiempo) | | Total % | ¿Mejoro? | |
|-----|---------------|------------------------|-----------------|------------------------------|---------|---------|----------|---|
| | | Manual Min. | Automática Min. | % | Total % | | | |
| 1 | 10-677934-09N | 7.39 | 1.89 | 26 | 5.5 | 74 | 100 | ✓ |
| 2 | 10-677934-10N | 8.92 | 3.23 | 36 | 5.69 | 64 | 100 | ✓ |
| 3 | 10-677934-11N | 4.54 | 2.55 | 56 | 1.99 | 44 | 100 | ✓ |
| 4 | 10-677934-11B | 7.39 | 1.87 | 25 | 5.52 | 75 | 100 | ✓ |
| 5 | 10-677934-12A | 7.48 | 1.85 | 25 | 5.63 | 75 | 100 | ✓ |
| 6 | 10-677934-14N | 6.39 | 2.45 | 38 | 3.94 | 62 | 100 | ✓ |

Cuadro 3. Comparativo operación manual y automático

Se realizó una comparación de la capacidad del proceso manual y el automático por cada número de parte y se obtuvo una diferencia, la cual es el aumento de la capacidad que hubo, gracias a la implementación de poka-yoke y a la estandarización de la operación de Back Fill, tal como se muestra en Cuadro 4.

| No. | # Parte | Capacidad Operación Manual | | Capacidad Operación Automática | | Mejoro (Aumento de capacidad) | | ¿Mejoro? |
|-----|---------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|----------|
| | | Turno 1 (9Hrs) 100% | Turno 2 (8Hrs) 100% | Turno 1 (9Hrs) 100% | Turno 2 (8Hrs) 100% | Turno 1 (9Hrs) 100% | Turno 2 (8Hrs) 100% | |
| 1 | 10-677934-09N | 658 | 585 | 2569 | 2284 | 1911 | 1699 | ✓ |
| 2 | 10-677934-10N | 545 | 484 | 1507 | 1340 | 962 | 856 | ✓ |
| 3 | 10-677934-11N | 1070 | 951 | 1906 | 1694 | 836 | 743 | ✓ |
| 4 | 10-677934-11B | 658 | 585 | 2604 | 2314 | 1946 | 1729 | ✓ |
| 5 | 10-677934-12A | 650 | 578 | 2633 | 2340 | 1983 | 1762 | ✓ |
| 6 | 10-677934-14N | 761 | 676 | 1984 | 1763 | 1223 | 1087 | ✓ |

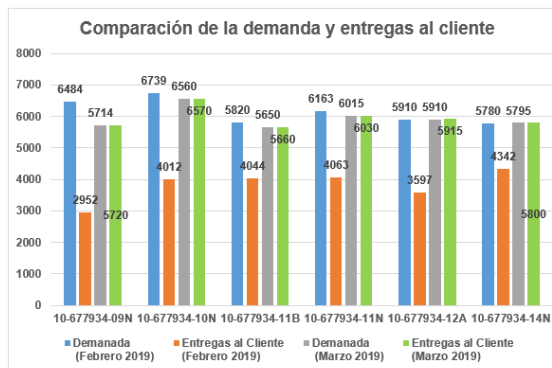
Cuadro 4. Comparativo de Capacidad en procesos manual y automático

Los resultados se darán a conocer en la demanda y la entrega al cliente del mes de febrero con la operación manual de Back Fill y la demanda y la entrega al cliente del mes de marzo con la operación automática de Back Fill.

Se realizó una comparación y se obtuvo una diferencia, la cual es el aumento de la entrega al cliente, esto nos ayuda a que el cliente este conforme, todo esto gracias a la implementación de poka-yoke y a la estandarización de la operación de Back Fill, tal como se muestra en Cuadro 5 y 6.

| Comparación de la demanda y entregas al cliente Proceso Manual - Proceso Automático | | | | | | |
|--|---------------|------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------|
| No. | N/P: | Demanda (Febrero 2019) | Entregas al Cliente (Febrero 2019) | Demanda (Marzo 2019) | Entregas al Cliente (Marzo 2019) | ¿Mejoro? |
| 1 | 10-677934-09N | 6484 | 2952 | 5714 | 5720 | ✓ |
| 2 | 10-677934-10N | 6739 | 4012 | 6560 | 6570 | ✓ |
| 3 | 10-677934-11B | 5820 | 4044 | 5650 | 5660 | ✓ |
| 4 | 10-677934-11N | 6163 | 4063 | 6015 | 6030 | ✓ |
| 5 | 10-677934-12A | 5910 | 3597 | 5910 | 5915 | ✓ |
| 6 | 10-677934-14N | 5780 | 4342 | 5795 | 5800 | ✓ |

Cuadro 5. Comparativo de demanda y entregas al cliente



Cuadro 6. Gráfico comparativo de demanda y entregas al cliente

Conclusiones

Con la implementación de la metodología poka-yoke para la reducción de tiempos en el proceso de inyección de epoxi (Back Fill), se obtuvieron las siguientes conclusiones: La puesta en marcha de una metodología como lo es Poka-yoke y la estandarización de un proceso nos ayuda en cualquier área de trabajo en la que se aplique y obtener una gran mejora. Con la aplicación de la metodología Poka-yoke el tiempo del proceso de Back Fill logra reducirse, y resulta ser más sencillo para el operador realizar la operación de inyección de epoxi. Comprobamos que para mejorar los procesos de una organización es necesario el compromiso de todos los integrantes del área de trabajo.

En las empresas, siempre se pueden mejorar los procesos, las áreas de trabajo, se pueden diseñar o estandarizar procesos, por más mínimo que sea el cambio, ayuda a las empresas a que el proceso del producto sea más eficaz y eficiente, la calidad del producto sea estable, a reducir el scrap, y a ser más eficientes en los tiempos del proceso y entregas al cliente.

Se debe considerar que para lograr un gran cambio se tiene que contar con todo el personal involucrado en el proceso para que así, esto funcione, es un beneficio para todos. Para seguir logrando y cumpliendo los objetivos de la empresa, se tiene que ser constante y cada persona involucrada cumplir con las responsabilidades y disciplinas otorgadas.

Referencias

Acosta, R. J., & Herrera, T. J. (2011). Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones.
 Matias, J. C., & Idoipe, A. V. (2013). Lean Manufacturing Conceptos, técnicas. Madrid : Fundación EOI.
 Santos, J., Wysk, R. A., & Torres, J. M. (2006). Improving Production with Lean Thinking. Wiley.
 Villoldo, A. G. (2018). Herramientas de gestión de la calidad.

Notas Biográficas

La M.C. Robertha Vidal Hernández es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, rvidal2000@hotmail.com
 El M.A. Mario Javier Nieblas Núñez es director de las carreras de Ingeniería en Sistemas Productivos e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, mnieblas@utnogales.edu.mx
 La M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña es Profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, iris_nieblas@hotmail.com
 La Ing. Ingrid Alexa Castellanos Carrasco, es egresada de la carrera de Ingeniería en Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, Ingrid_castellanos_11@hotmail.com

EMPRENDURISMO, COMPETITIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD EN EMPRESAS TURÍSTICAS DE UN DESTINO RURAL: CASO MAZAMITLA, JALISCO, MÉXICO

Dr. Pedro Pablo Villafania Góngora¹, Dr. Carlos Hernández Vega²,
Mtro. Gonzalo Hernández García³, Ramiro Rivera⁴

Resumen—México es un país con alta factibilidad para el emprendurismo, se ha convertido en estos últimos años en un gran reto, principalmente en desarrollar empresas sustentables con elementos de competitividad. En este contexto, el objetivo es analizar a las empresas turísticas el emprendimiento, competitividad y sustentabilidad en Mazamitla, Jalisco. Para tal fin, se realizó un análisis cuantitativo de la base de datos obtenida de 63 empresas encuestadas. Entre los hallazgos, se tiene que los empresarios emprendieron su negocio por que se presentó la oportunidad y por tradición familiar; el principal resultado obtenido en razón de la sustentabilidad es que las empresas ya establecidas así como las nuevas requieren de capacitación con el fin de fortalecer y consolidar se negoció, la mayoría mantienen una actitud tradicionalista y llevan a cabo de forma autocrática la toma de decisiones, en la referente a la sustentabilidad muy pocas empresas que lo llevan a cabo.

Palabras clave— Turismo, emprendurismo, competitividad, sustentabilidad, Mazamitla.

Introducción

El fin de este artículo es la presentación de un diagnóstico sobre las condiciones de competitividad y emprendurismo que se vive en una población rural de Jalisco, designada como pueblo mágico en el año 2005 (SECTUR, 2013), la investigación se aplicó en Mazamitla en el año 2019 debido a que es un destino turístico posicionado en el Sur de Jalisco y conformar junto con Tapalpa y Ciudad Guzmán un triángulo turístico, el cual fue elegido como zona de estudio de una investigación de donde emana el presente texto. Así mismo, se propone una opción para desarrollar programas de capacitación a microempresarios y con ello incidir en mejorar la competitividad, impulsar el emprendurismo y comenzar a aplicar principios de sustentabilidad desde la postura empresarial.

Durante la investigación se suscitaron, algunos imprevistos en la recopilación de datos, como es el caso de la ausencia de prestadores de servicios entre semana, empresas atendidas por personal no autorizados para responder a las preguntas o incluso algunos propietarios sin disposición para responder las preguntas por falta de interés.

Para el desarrollo del artículo se presentan seis apartados:

- Metodología.
- Marco Teórico.
- Antecedentes contextualización.
- Resultados.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

Descripción del Método

Metodología

El estudio se basó en un enfoque cuantitativo, con finalidad analítica y observacional, de carácter primeramente observacional hasta llegar posteriormente a lo descriptivo; para la recolección de datos se utilizó un encuestador online llamado Lime Survey, aun cuando se consideraron varios temas en la encuesta, en este caso artículo solo se tiene como objeto de estudio el emprendurismo, la competitividad y la sustentabilidad. Para la muestra se utilizó la fórmula de poblaciones finitas en razón que se hizo un inventario insitu de las empresas que cuenta la población de Mazamitla, Jalisco y se cruzó con datos obtenidos de INEGI, así como la Dirección de Turismo del municipio, la

¹ Dr. Pedro Pablo Villafania Góngora; Profesor Docente de tiempo completo del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. pedro.villafania@cusur.udg.mx (autor corresponsal).

² Dr. Carlos Hernández Vega; Profesor Docente de tiempo completo del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. carlos.hernandezv@cusur.udg.mx

³ Mtro. Gonzalo Hernández García; Profesor Docente de tiempo completo del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. gonzaloh@cusur.udg.mx

⁴ Dr. Ramiro Rivera; Profesor Docente de tiempo completo del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. rrivera@cusur.udg.mx

cual nos arrojó que se tenía que encuestar 86 empresas, con un margen de error del 7% y 95% como nivel de confianza, pero por la situación territorial y porque los dueños o administradores no quisieron consternar dicha encuesta, se logró encuestar a 63 de ellas, considerando una muestra significativa para sustentar los resultados; para saber qué empresa encuestar se hizo una estratificación por zonas, considerando la tipología de los negocios.

Para el análisis de los resultados se utilizó el software SPSS estadística versión 26. Cabe mencionar que primeramente se hizo una investigación documental y de campo para identificar los negocios dedicados al turismo.

Marco teórico.

El turismo a 20 años del inicio del siglo XX, se ha tornado en una actividad principalmente social con energías repercusiones en lo económico y lo ambiental, en ese contexto Cesar y Arnaiz (2002:9), aseveran que “El turismo es en la actualidad un fenómeno masivo de grandes consecuencias económicas, sociales, culturales y ambientales; pese a ello, el mundo académico poco ha abordado su estudio y análisis” En ese mismo tenor desde el punto de vista sociológico, Hiernaux (2000), ve al turismo como un proceso societario de viajar, que arrastra variadas secuelas, las cuales pueden ser benéficas como la conservación y generación de culturas manteniendo la identidad local, o negativas como la pérdida de valores culturales de los destinos turísticos adoptando nuevos estilos de vida; estos elementos implican cambios de hábitos de vida y de consumo económico. De acuerdo con Virgen (2014:23), “El turismo ha cobrado una mayor importancia como fenómeno social, debido al gran número de desplazamientos de personas que provoca y a lo complejo de las interrelaciones que genera...”. En ese tenor, el turismo para efectos de esta investigación, es un fenómeno social emanado del tiempo libre con consecuencias tanto negativas (explotación de recursos humanos y territoriales) como positivas (desarrollo regional y socioeconómico).

El emprendurismo o emprendimiento, se caracteriza por la actitud y la aptitud de las personas para innovar ideas y ponerlas en práctica, además se relaciona con otros elementos que suelen surgir ante la necesidad de algo nuevo cuando lo existente ya es obsoleto, de esta manera es común llamar a los talentos que han creado grandes inventos en beneficio de la humanidad. En este contexto, para Madrigal (2015), el emprendurismo desde las universidades conlleva a dos elementos básicos: un factor interno que implica actitudes y percepciones del emprendimiento por parte de los involucrados; y factores externos como las políticas públicas y programas de educación en las universidades. El emprendurismo puede involucrar a personas y a comunidades completas cuando de manera ordenada, se conjuntan personas interesadas en crear actividades nuevas involucrando a los gobiernos, instituciones educativas y organismos empresariales para formar modelos de trabajo en hélice y colaborar en actividades, como el caso de la Feria Nacional de la Birria, en Ciudad Guzmán, Jalisco, cuyo ejemplo de emprendimiento ha alcanzado ya 6 ediciones fortaleciendo microempresarios birrieros y contribuyendo a la conservación de la cultura gastronómica de la región Sur de Jalisco, (Hernández, 2018).

Desde la postura turística, la competitividad es comprendida conocida como la capacidad de generar sistemáticamente mejores beneficios a la sociedad y rentabilidad a los empresarios de manera constante, en relación al giro de referencia en que se compete. Para efectos del presente escrito se coincide la idea del Instituto Mexicano de la Competitividad IMCO (2005), misma que considera que una empresa de cualquier giro, llega a ser competitiva cuando logra desarrollar productos y servicios, cuyos costos y calidades son equiparables o mejores a los de sus competidores en el resto del mundo. Con base en lo anterior, la competitividad incide en la calidad de las PYMES prestadores de servicios turísticos tomando en cuenta que en los ámbitos pueblerinos, el visitante pretende vivir el ambiente rural de las poblaciones, donde el servicio está íntimamente ligado a la identidad con productos locales, la atención cálida y la experiencia vivencial, por tanto, un ejemplo de competitividad que puede experimentar el turista es la experiencia vivida al ponerse en contacto con ambientes diferentes a su estilo de vida cotidiana en sus lugares de origen.

Antecedentes/ contextualización

Enfatizando en el objeto de estudio específico de esta investigación, existe un triángulo geográfico- turístico ubicado entre las poblaciones de Ciudad Guzmán, Tapalpa y Mazamitla, Jalisco, donde se tienen variadas empresas de servicios turísticos, de este triángulo que ha generado otras investigaciones, se toma solo la parte de Mazamitla para el presente artículo. Desde que se designó Mazamitla como pueblo mágico se ha evidenciado un vasto crecimiento en el desarrollo turístico del municipio año con año, “La derrama económica del turismo en Mazamitla es significativa, en el 2012 se captaron un poco más de 103 millones de pesos, lo cual significó un crecimiento del 10.3%, ya que en el 2011 la derrama fue de 93,4 millones de pesos” (SECTURJAL, 2012), con lo cual se genera que cada día aumente la demanda de más y mejores servicios de calidad en hospedaje, alimentación y diversión.

Este incremento de visitantes genera su vez el poder satisfacer diferentes necesidades, gustos y preferencias de los que implican en una mejor calidad en los servicios, mejores precios y la creación de empresas con

responsabilidad social. Como una consecuencia de la demanda, la oferta de servicios también se ha agrandado, favoreciendo el posicionamiento de ciertas empresas ya existentes, de igual manera, otras han incursionado en emprendimientos comerciales.

Dado lo anterior, surge la necesidad de diagnosticar con base en los principios básicos de competitividad y emprendurismo, las condiciones en que se encuentra el destino para poder satisfacer las necesidades de los visitantes y desarrollarse acorde a los principios de sustentabilidad que exige la sociedad en términos de responsabilidad social.

En ese sentido es necesario saber si los prestadores de servicios turísticos se encuentran en condiciones de competitividad y sustentabilidad capaces para mantenerse, desarrollarse y todo caso emprender nuevos negocios.

Resultados

Una vez aplicadas, vaciadas y analizadas las preguntas se llegó a los siguientes:

Preguntas/respuestas/ interpretación sobre emprendurismo.

¿Cómo inició el negocio?

El emprendurismo en Mazamitla se manifiesta de distintas formas; la mayoría de las empresas, es decir el 52.38% (n=33,) iniciaron sus negocios porque se les presentó la oportunidad, seguidos del 35% (n=22), por tradición familiar, el 8% (n=5) emprendieron sus negocios corriendo un riesgo sin saber del negocio y el resto por razones diversas entre las que destacan que fue por idea de otra persona o por necesidad.

Giro, género y edad de los emprendedores

De las 63 empresas encuestadas el 12.7% (n=8) son restaurantes, de los cuales 5 fueron emprendidos por mujeres con una edad entre los 18 a 55 años y 3 por varones con un rango de 45 a más 55 años, mientras que en los restaurante-bar, el 11,1% (n=7) 5 pertenecen al sexo masculino con una edad que oscila desde los 18 hasta más de los 55, y 2 son del sexo femenino con una edad de 18 a 24 años. En cuanto a las cafeterías (chocolaterías) que representan el 14.3% (n=9), 4 fueron emprendidas por mujeres con rango de 18 a 44 años y 5 varones con un rango de edad de 18 a 44 años.

En cuestiones de hospedaje con un 19% (n=12) de hoteles, 7 son emprendidos y dirigidos por mujeres, en su mayoría de 25 a 44 años y 5 por hombres del mismo rango; con respecto a las cabañas que representan el 17.5% (n=11), 2 de estas pertenecen a varones de 35 a más de 55, los 9 restantes son de mujeres con una edad de 18 a más de 55. En lo que respecta a los bares 6.3% (n=4), fueron emprendedores hombres con una edad de 18 a 24 años. En referencia a los operadores turísticos se tienen 3 mujeres con una edad entre 18 a 34 años y solamente 1 varón entre 35 a 44 años y finalmente, referente a las taquerías, birriería y lonchería, que son emprendedoras mujeres en su totalidad oscilan las edades 25 a 34 años, 35 a 44 años y de 25 a 34 años respectivamente. Lo anterior evidencia una equitativa oportunidad de autoempleos en cuanto a géneros y destaca el hecho de que en este destino el emprendurismo comienza desde muy temprana edad

¿Cuáles fueron los principales problemas al iniciar el negocio?

Los principales problemas que se presentaron al iniciar un negocio para los emprendedores encuestados fue la falta de capital, con un equivalente al 41% (n=26) seguido por el desconocimiento en el negocio, representando un 32% (n=20), de igual manera el 28% (n=18) menciona que fue por desconocimiento de procesos administrativos.

El 20% (n=10) son restaurantes, de los cuales seis fueron emprendidos por mujeres, el 30% tuvo problemas por la falta de conocimiento en procesos administrativos y el 20 % por falta de capital. De las otras dos atendidas por varones, se tuvo la misma respuesta, lo que indica que los temas básicos para emprender un negocio no son exclusivos del género.

En los restaurante-bar siendo el 81.8% (n=11) 9 pertenecen al sexo masculino en donde el 27.3% presentaron problemas con la falta de conocimiento administrativo y seguido por problemas con el personal y el abastecimiento de materia prima y materiales que cada uno representa un 18.2%, mientras que de las 2 femeninas, solo tuvieron el 50% problemas por la falta de capital y el otro 50 no tuvieron problemas significativos; en el tema de las cafeterías (chocolaterías) que representan el 57.1% (n=14), 8 corresponden a las mujeres las cuales tuvieron más problemas en falta de capital, desconocimiento de los procesos administrativos o por falta de conocimiento del negocio cada uno representa el 14.3% y 6 corresponde a los hombres los cuales tuvieron problemas por falta de capital o por falta de conocimiento, estos tuvieron un 14,3% cada uno.

En cuestiones de hospedaje el 64.3% (n=19) de los hoteles, 9 son dirigidos por las mujeres las cuales en su mayoría presentaron problemas por falta de capital o por falta de conocimiento en el negocio, en el caso de los hombres se tuvo problemas con el capital o problemas con el personal. Con respecto a las cabañas que representan el 90.5% (n=21) están administradas por mujeres y solo 2 de estas 21 pertenecen a varones, las mujeres encontraron problemas en el desconocimiento de los procesos administrativos o por falta de conocimiento en el negocio representados por ambas partes en más del 50%, en lo que respecta a los hombres tuvieron problemas por falta de capital; por otra parte las loncherías solamente están administradas por mujeres (n=3), teniendo problemas en la falta

de capital y desconocimiento de procesos administrativos; en lo que respecta a operadores turísticos son administrados de manera equitativa, encontrando en la falta de capital la problemática más recurrente en donde administra las mujeres representado por el 25%, seguida por el desconocimiento de procesos administrativos o por falta de conocimiento en el negocio que representa el 12.5% cada uno. En negocios que están en la categoría de bares solamente son administrados por hombres (n=4), donde se tuvo un 75% de problemáticas por la falta de abastecimiento de materia prima y materiales, el resto fue por no contar con la tecnología.

¿Cuáles fueron las decisiones más importantes al emprender la empresa?

Conocer las necesidades de los clientes y establecer metas y objetivos, son las decisiones más complicadas que han tomado los empresarios de Mazamitla al emprender su negocio. Esto lo manifestaron los restauranteros, cafeterías, así como los del servicio de hospedaje en cabañas y hoteles; en el caso de las taquerías y birrierías, manifiestan que necesitan establecer más un sistema financiero, es decir un mejor control de entradas y salidas de efectivo; en el caso de las loncherías es la de diferenciarse de la competencia y en menor proporción se asemejan al caso de las taquerías y birrierías.

Las empresas que fueron emprendidas y actualmente atendidas por mujeres, el 33.3% cuenta con estudios de bachillerato seguido con un 25% de licenciatura, 22.2% secundaria, 8.3% primaria, bachillerato técnico 5,6% y solamente un 5.6% tiene estudios de maestría. En el caso de los hombres el nivel de estudios de licenciatura lo tiene un 44.4%, seguido por el bachillerato con un 40.7%, primaria un 7.4%, secundaria y maestría con un 3.7% cada uno respectivamente. El máximo nivel educativo que se enseña en la población es el bachillerato, en ese sentido los que han logrado el nivel de licenciatura han tenido que emigrar a diversos centros educativos, incluyendo entre ellos el Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara que está aproximadamente a 85 km, esto implica más de dos horas de distancia en camión y con pocas rutas o corridas de salida.

¿Se tienen planes para introducir nuevos productos y servicios en su empresa?

La mayoría de los empresarios del ramo turístico de Mazamitla, tienen planes de innovar al introducir nuevos productos o servicios en su empresa así lo expresó el 62% (n=39), mientras que el 38% restante prefiere mantenerse a la zaga en los cambios cotidianos que tiene la vida económica de negocios. En el caso de los restaurantes, son las mujeres las que visualizan seguir emprendiendo innovaciones con el fin de satisfacer a los visitantes e incrementar sus ingresos.

¿Cuáles considera que son sus cualidades como emprendedor?

El 24.8% (n=38) de la muestra de los empresarios del ramo turístico de Mazamitla considera que una de sus principales cualidades como emprendedor es la motivación, el 20.3% se consideran serviciales, mientras que 19.6% es por su carácter social, 15% por su capacidad intelectual, el 11.85% por impulsivo y el 8.5% por ser ambicioso. Es conveniente retomar que, de acuerdo a los autores, la motivación, es la principal característica o cualidad que debe de poseer toda persona que proyecte emprender, ya sea negocio o idea de beneficio a una comunidad.

Las cabañas emprendidas por mujeres manifiestan que la cualidad para iniciar el negocio fue por motivación y ser serviciales representado por un 63.5%, mientras que los hombres, mencionan que fue en más alto porcentaje por la motivación, capacidad intelectual, carácter social y ser servicial representado en un 80%.

En los hoteles, el 33.3% comenta que la cualidad para iniciar el negocio es por su capacidad intelectual, seguido por la motivación y carácter social que representa un 25% cada una, y por ser servicial, muy poco porcentaje por su ambición. En lo referente a los hombres el alto porcentaje es por la motivación representado por un 25%, seguido por su capacidad intelectual y servicial con un 16.7 cada uno.

Los restaurantes, representados por el 37.5%, de los cuales tres fueron emprendidos por mujeres manifiestan que tienen la motivación y el carácter social como cualidad para iniciar negocios, mientras que los varones perciben que su principal cualidad es la capacidad de ser servicial con un 37.5%; por otro lado, los restaurantes-bar emprendido por mujeres consideran primeramente la cualidad de ser servicial para emprender y en el caso de los hombres de igual manera pero este con gran diferencia respecto a las de más opciones porque representa un 71%.

En cuanto a las cafeterías (chocolaterías), la cualidad es principalmente por la motivación, pero se distribuye de manera uniforme el porcentaje en las demás opciones en donde la mujer es la emprendedora, en el caso de los hombres se consideran solamente por la motivación en alto porcentaje 37.5%, seguido por ser ambicioso e impulsivo ambas con un 25% cada una. En lo que respecta a los bares existe un caso curioso que no hay emprendedoras mujeres, y en lo que respecta de los hombres el porcentaje más alto está en tener un carácter sociable y ser servicial con un 60% entre las dos. Caso contrario que sucede con las loncherías que no hay emprendedores hombres, en ese giro las mujeres consideran que también la motivación, la capacidad intelectual y su carácter social como cualidades para emprender en un mismo porcentaje del 33.33%. Para las operadoras turísticas y las taquerías se presenta el mismo caso donde la motivación es su principal característica.

Preguntas/respuestas/ interpretación sobre competitividad.

¿Sabe quiénes son sus competidores?

En términos de mercadotecnia se les llama competidores a las empresas que se dedican al mismo giro, por ello es recomendable conocer las características mínimas de los demás prestadores de servicios turísticos, además de saber con quienes se compite, para este efecto las empresas encuestadas en Mazamitla, casi todas, es decir el 93.7% (n=59) tiene conocimiento sobre quiénes son sus competidores. Esta respuesta tan alta que engloba a la gran mayoría, es probable que se deba a que la población es pequeña, lo que permite una mayor relación entre las personas que se dedican al turismo. Sobresale en este segmento el hecho de que los hombres en su totalidad manifiestan tener dominado este dato y para el caso de las mujeres el 88.9% también conoce a sus competidores, los cuales suelen convivir de manera cotidiana.

¿Sabe cuáles son las ventajas competitivas de su empresa?

Se identifica a las ventajas competitivas como aquellas características que diferencian a un negocio de otros, en este caso el 82.5% (n=52) de las empresas encuestadas en Mazamitla dicen si tener conocimiento de cuáles son las ventajas competitivas de su negocio, además de que se perciben a sí mismas como mejor que otras que ofrecen los mismos servicios, sólo el 17.5% restante manifestó desconocerlas, este desconocimiento es principalmente en las mujeres, cabe mencionar que en los hombres existe el desconocimiento pero en un porcentaje de 11.1%, el desconocimiento se remarca en el servicio de hospedaje en cabañas y hotel; en el caso de los restaurant- bar existe un mayor desconocimiento.

¿Qué acciones ha tomado basado en las ventajas competitivas de la empresa?

Los empresarios turísticos de Mazamitla que formaron parte de la investigación, manifiestan que la mejor labor que han aplicado para mantenerse en un buen nivel de competitividad, reside en mejorar la calidad en el servicio, así lo expresó el 61.90%, los cuales corresponden al giro de los alimentos, seguido del 47.62% de los entrevistados, mismos que respondieron que entre sus principales acciones están en mejorar los precios, el 20.63% comenta que hay que crear un buen plan publicitario, además el 19.05% tiene como opción ampliar el menú y solamente el 17.46% mencionó que es necesario detectar los puntos débiles y mejorarlo.

Para este caso, en el año 2017 y 2018 algunos empresarios participaron en capacitaciones y apoyos de gobierno por parte del INADEM, apoyos que consistieron en la consultoría para el fortalecimiento empresarial, aunque solo fue aprovechado por pocos de la actividad turística.

¿Ha hecho comparaciones de productos y servicios contra los competidores (características, precios, variedad, etc.), para identificar ventajas y desventajas de su empresa?

Con la investigación realizada, se sabe que el 60.32% (n=38) de las empresas dedicadas a la atención de los turistas de Mazamitla, sus propietarios han realizado comparaciones de productos y servicios contra sus competidores, para de esta manera identificar las ventajas y desventajas de su empresa, mientras que el 39.68% (n=25) no lo han hecho, aunque estas comparaciones han sido informales, permiten conocer los precios y la calidad de los demás con el fin de estar en sintonía de precio, aún sin saber costear algunos productos o servicios.

Conclusiones

Mazamitla, Jalisco denominado por sus visitantes la *Suiza mexicana*, es un destino de montaña con el carácter familiar en primera instancia, con un suficiente segmento de jóvenes que viajan en grupos, desde el año 2005 ha desarrollado su vocación turística a raíz de su nombramiento de Pueblo Mágico, a partir de esa fecha ha incrementado de manera acelerada la oferta de servicios turísticos; la demanda de estos servicios se incrementa sustancialmente los fines de semana.

El incremento de turistas en los últimos años de su vocación turística, ha permitido que emprendedores se inicien como empresarios para satisfacer con las necesidades de los viajeros, pero se han encontrado con falta de capital para consolidar su negocio, aunado a esto, el desconocimiento empresarial y de los procesos administrativos, además de adquirir metodologías para el conocimiento de las necesidades de los clientes, el saber establecer metas y objetivos, como la de establecer un sistema de control financiero eficaz.

Aun cuando tienen planes de introducir nuevos productos o servicios, poco han innovado en este sentido, sabiendo cómo son sus competidores y sus ventajas competitivas; aunque han tomado acciones tales como mejorar la calidad en el servicio, atención a los clientes y mejorar sus precios, no han impactado lo suficiente; sin embargo, la calidad que presentan en su mayoría las empresas son insuficientes para ser un destino competitivo. En lo referente a la sustentabilidad, los emprendedores comentan que, si aplican principios de sustentabilidad, pero en la realidad dejan mucho que desear. Uno de los hallazgos importantes es que las mujeres están empoderándose en razón que el 60% de las empresas son administradas por mujeres que van de edad 18 y 44 años y una tercera parte de los emprendedores tienen estudios de nivel licenciatura.

Recomendaciones

Después de analizar los resultados obtenidos del estudio se recomienda crear una ruta de actividades:

- 1.- Involucrar al Centro de Investigación en Emprendurismo, Incubación, Consultoría, Asesoría e Innovación (CIEICAI), para que analice los resultados para generar un plan de intervención o capacitación a las empresas.
 - 2.- Involucrar al Centro Universitario del Sur, para la gestión de convenios y así el CIEICAI pueda trabajar con las empresas.
 - 3.- Incluir al H. Ayuntamiento de Mazamitla, Jalisco, conjuntamente con su Dirección de Turismo, primeramente, para aceptar los convenios y propiciar espacios en la cual se sensibilice a los prestadores de servicios turísticos y fomente la capacitación.
 - 4.- Circunscribir a la Cámara de Comercio, para complementar las actividades del ayuntamiento y dar seguimiento oportuno de las capacitaciones, así como de considerar cuales son las nuevas necesidades actuales de sus agremiados
- Como se puede observar el buen accionar de apoyo a los emprendedores o negocios en el ámbito turístico y ser más competitivas, así como sustentables se recomienda que sea mediante el modelo de la Tripe Hélice.

Referencias

- 1.- Cesar A. Arnaiz S. (2002). "Globalización Turismo y sustentabilidad". México, Universidad de Guadalajara.
- 2.- Hernández- Vega, C. (2018). La Feria Nacional de la Birria: Caso de Éxito de la Triple Hélice. México. Universidad de Guadalajara.
- 3.- Hiernaux, D. (2000). La vida cotidiana su espacio y temporalidad, artículo "La fuerza de lo efímero, apuntes sobre la construcción de la vida cotidiana en el turismo. México D. F. Colegio Mexiquense –UNAM- Anthropos.
- 4.- Instituto Mexicano Para La Competitividad. (2005). "Los retos de la competitividad en México. Una agenda de reformas inmediatas". http://cidac.org/esp/uploads/1/Los_retos_de_la_competitividad_en_México.Una_agenda_de_reformas_inmediata_PDF.pdf (Consultado 18/07/2019).
- 5.- Madrigal- Torres B. (2015). "Cuatro elementos para formar una cultura emprendedora". México. Prometeo.
- 6.- SECTURJAL. Dirección de estadísticas. 2019. [En línea]: <https://secturjal.jalisco.gob.mx/invierte-en-jalisco/estadisticas> (Consultado 17/07/2019).
 - Anuario 2012
 - Anuario 2013
- 7.- SECTUR. (2013). Diagnóstico de competitividad y sustentabilidad de los pueblos mágicos de Jalisco. https://secturjal.jalisco.gob.mx/sites/secturjal.jalisco.gob.mx/files/u16/agenda_de_mazamitla.pdf (Consultado 17/08/2019)
- 8.- Virgen Aguilar, C. (2015). "Turismo y Desarrollo Sustentable, un acercamiento al estudio del turismo" México. Universidad de Guadalajara- AMESTUR- UFPR.

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA FIGURA DE PATENTE DE AGENCIA ADUANAL EN TIJUANA, B.C.

Ing. Jorge Villa García¹, Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez,²

RESUMEN

Resumen: Las agencias aduanales operan al amparo de una patente de agente aduanal con una persona física, y existe una modificación en la Ley Aduanera publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de junio del 2018, establece el modelo de una agencia aduanal para que pueda operar bajo el concepto de “patente de agencia aduanal”, conceptualizada como una persona moral.

Objetivos: La definición de la Agencia Aduanal en el artículo Segundo de la Ley Aduanera, como: “Agencia aduanal, persona moral autorizada en términos del artículo 167-D, para promover el despacho aduanero de las mercancías por cuenta ajena en diferentes regímenes aduaneros previstos en esta Ley”

Resultados: Se define al Agente Aduanal en la fracción XXI del propio artículo segundo como: “XXI. Agente aduanal: persona física autorizada en términos del artículo 159 de esta Ley mediante una patente, para promover por cuenta ajena el despacho aduanero de mercancías.

Palabras clave—Patente Aduanal, Agencia Aduanal, Agente Aduanal

SUMMARY

Summary: Customs agencies operate under a customs agent patent with a natural person, and there is a modification in the Customs Law published in the Official Gazette of the Federation on June 25, 2018, establishes the model of a customs agency for that can operate under the concept of "customs agency patent", conceptualized as a legal entity.

Objectives: The definition of the Customs Agency in Article Second of the Customs Law, such as: “Customs agency, legal entity authorized in terms of Article 167-D, to promote customs clearance of merchandise on behalf of others in different customs regimes provided for in this Law ”

Results: The Customs Agent is defined in section XXI of the second article itself as: “XXI. Customs agent: natural person authorized in terms of article 159 of this Law by means of a patent, to promote the customs clearance of merchandise.

Keywords — Customs Patent, Customs Agency, Customs Agent

Introducción

La normatividad mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación, sobre la operación del agente aduanal, ha generado una reflexión y preocupación sobre la posibilidad que ninguna agencia aduanal, continuar despachando sus operaciones, bajo la figura de patente de agencia aduanal, si no cumple con lo establecido en el esquema que ofrece la figura de patente de agencia aduanal incorporada en la Ley Aduanera (DOF,2018). Por lo que se hace necesario considerar seriamente la obtención de la patente de la empresa para incorporar elementos de vigencia operativa.

Descripción del Método

Facilitar el proceso de transición de la figura de agente aduanal a agencia aduanal, mediante un modelo de gobierno corporativo, con el propósito de continuar formando parte de la cadena de suministro. Actualmente las agencias aduanales que operan con una sola patente de agente aduanal se pueden ver afectadas en caso de que el agente aduanal muera o sufra una incapacidad física permanente, ya que se corre el riesgo de la no continuidad de la empresa como agencia aduanal, de acuerdo con el establecimiento de la figura de la patente de la agencia aduanal; es por ello la importancia de que se considere y valore la inversión realizada en capital humano e intelectual, así como la inversión financiera y tecnológica, para poder preservar su continuidad en el mercado.

¹ Jorge Villa García, Ingeniero Industrial, Ingeniero Industrial, es Alumno de Maestría en Administración del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, Baja California, México. jorge.villa@agencia-atlas.com

² Rodolfo Martínez Gutiérrez, Doctor en estudios del Desarrollo Global, es Profesor del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana, Baja California, México. rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx

Las agencias aduanales operan al amparo de una patente de agente aduanal con una persona física, y existe una modificación en la Ley Aduanera publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de junio del 2018 en la que se establece el modelo de una agencia aduanal para que pueda operar bajo el concepto de “patente de agencia aduanal”, conceptualizada como una persona moral.

La definición de la Agencia Aduanal se encuentra en el artículo Segundo de la Ley Aduanera, donde en la fracción XX se define como: “XX. Agencia aduanal, persona moral autorizada en términos del artículo 167-D de esta Ley, para promover el despacho aduanero de las mercancías por cuenta ajena en los diferentes regímenes aduaneros previstos en esta Ley” (DOF, 2016).

Así mismo, se define al Agente Aduanal en la fracción XXI del propio artículo segundo como: “XXI. Agente aduanal: persona física autorizada en términos del artículo 159 de esta Ley mediante una patente, para promover por cuenta ajena el despacho aduanero de las mercancías, en los diferentes regímenes aduaneros previstos en esta Ley”.

En otras palabras, el despacho aduanero de mercancías por cuenta de terceros se lleva actualmente bajo la figura del Agente Aduanal como Persona Física, y con la nueva modificación de la Ley, esta ofrece la posibilidad de realizar el despacho aduanero bajo la figura de una Persona Moral. La propuesta metodológica de variables de la investigación se puede identificar en las Tabla 1, las cuales conducen al desarrollo de cuatro objetivos:

- 1) Analizar los requerimientos de la ley aduanera vigente.
- 2) Analizar el organigrama actual de la dirección de la agencia aduanal.
- 3) Desarrollar un análisis FODA de la agencia aduanal con respecto a los requerimientos de la ley.
- 4) Diseñar un modelo de transición con el propósito de facilitar las prácticas de gobierno corporativo.

Tabla 1 Modelo de Variables de la Investigación

| Variable independiente | Definición conceptual | Definición operacional |
|--|--|---|
| <p>Muerte o incapacidad del agente aduanal</p> <p>Indicadores: Tipos de incapacidad Temporal Permanente parcial Permanente total</p> | <p>Muerte: Causa de extinción de la personalidad civil; viene determinada por la muerte cerebral. Los efectos principales de la muerte son la extinción de los derechos y obligaciones personales del fallecido y la transmisión de las demás a sus sucesores. También determina la extinción de ciertos contratos, como el de sociedad o mandato, y la disolución del matrimonio. Código Civil, art. 32 y 33</p> <p>Incapacidad laboral</p> <p>-Incapacidad temporal es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo. Art 478 LFT</p> <p>-Incapacidad permanente parcial es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar. Art. 479 LFT</p> <p>-Incapacidad permanente total es la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida. Art 480 LFT</p> | <p>-Certificado de defunción</p> <p>-Incumplimiento de las obligaciones legales de Agente Aduanal</p> |

Fuente: Elaboración propia con información de DOF (2018)

Según Morán (2016) para los Agentes Aduanales el control estratégico permite establecer reglas, métodos y herramientas para medir y analizar la congruencia, el avance y la efectividad en el logro de los objetivos, en la Tabla 2 se identifican las variables de la investigación.

Tabla 2 Variables de la Investigación

| Variable Dependiente | Variables Independientes |
|----------------------|---|
| Extinción de patente | Muerte o Incapacidad del Agente Aduanal |

Fuente: Elaboración propia con información de STPS (2018)

Zamora (2015) señala que pasar por aduanas es un proceso obligado para participar en el comercio exterior. El despacho aduanero y todos los actos aduaneros pueden ser procesos desalentadores para quienes incursionan en nuevos mercados. Es fundamental que las aduanas sean facilitadores de la entrega oportuna de las mercancías y la reducción de costos del comercio internacional.

De Acuerdo con Shujie & Zhao (2009) la logística internacional genera una ventaja competitiva a las empresas y naciones a través de la cadena de valor global., por ello es necesario dimensionar las variables que inciden en la competitividad de las aduanas. A través del indicador denominado índice de competitividad de las aduanas y señala que los países más competitivos en materia aduanal en orden descendente son Panamá seguido de China, India, Alemania, Corea, Suecia, Singapur, Turquía, Tailandia y Chile. La Tabla 3 plantea las variables de extinción de Patente de un agente aduanal. Es por ello que se deben dimensionar los retos de la Tabla 3 de las variables que impactaran en la normatividad de la Ley Aduanera en Mexico.

Tabla 3 Variables de extinción de Patente

| Variable dependiente | | |
|-------------------------|---|--|
| Extinción de la Patente | <p>El derecho de ejercer la patente de Agente Aduanal se extinguirá cuando: En caso de <u>fallecimiento del agente aduanal, el mandatario a que se refiere el artículo 163 fracción IV de esta ley, que de aviso a la autoridad aduanera dentro de los siguientes 5 días del fallecimiento y acompañe copia del acta de defunción,</u> podrá efectuar los trámites necesarios para concluir las operaciones amparadas con los pedimentos que hubieran sido validados y pagados antes de la fecha del fallecimiento, en un plazo no mayor a dos meses. Art. 166 de la ley aduanera</p> <p>Para obtener la patente de agente aduanal se deberá de cumplir con los siguientes requisitos: </p> <p>Son obligaciones del agente aduanal: </p> <p>XIV.- Someterse a los exámenes que podrá convocar anualmente de manera General el Servicio de Administración Tributaria, (Art.162 de la ley aduanera).</p> | Acuerdo de extinción de patente emitido por la Administración General de Aduanas |

Zamora (2016) destaca que la a comercialización internacional implica no solo la calidad de los productos a comercializar sino la eficiencia la competitividad de las aduanas-

Comentarios Finales

El estudio no contempla la suspensión o cancelación de la patente del agente aduanal, seguirá siendo necesaria para la operación de la agencia aduanal. (DOF 2013). Asimismo, se publicarán criterios de definición de conceptos de gobierno corporativo genéricamente. La difusión de resultados de recolección de información estará limitada por así convenir a los intereses de la agencia aduanal.

Esta investigación beneficia a los socios de una agencia aduanal, al personal de la misma, y a la misma agencia ya que es un elemento que da certidumbre en la continuidad de la existencia de la Agencia Aduanal.

La investigación es significativa para la agencia aduanal de Tijuana Baja California que está en estudio porque de sus resultados, una vez ya implementados, se pretende obtener un elemento clave para su continuidad y que trascienda a sus fundadores.

Referencias

DOF Secretaria de Hacienda y Crédito Público. decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Aduanera http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/ladua/LAdua_ref16_25jun18.pdf

LEY FEDERAL DEL TRABAJO <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/pdf/wo9059.pdf>

Morán Quintero, Joselyn, & Ferrer, María Alejandra (2015). Control estratégico de los agentes de aduanas del estado Zulia (Venezuela). Revista Venezolana de Gerencia, 20(69), undefined-undefined. [fecha de Consulta 3 de octubre de 2019]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290/29036968008>

Shujie, Z. y S. Zhao (2009). The implication of customs modernization on export competitiveness in China. Impact of Trade Facilitation on Export Competitiveness: a Regional Perspective 66: 121-131.

Zamora Torres, América Ivonne, & Lenin Navarro, José César (2015). Competitividad de la administración de las aduanas en el marco del comercio internacional. Contaduría y Administración, 60(1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 3 de Noviembre de 2019]. ISSN: 0186-1042. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395/39533059009>

Zamora Torres, América I., & Ayvar Campos, Francisco Javier (2016). La competitividad de aduanas de la región Asia Pacífico: una aproximación mediante el análisis de clústeres. Análisis Económico, XXXI(78), undefined-undefined. [fecha de Consulta 3 de Noviembre de 2019]. ISSN: 0185-3937. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41347447004>

Notas Biográficas

El **Ing. Jorge Villa García**, es Alumno de la Maestría en Administración del Tecnológico Nacional de México Campus Tijuana.

El **Dr. Rodolfo Martínez Gutiérrez** Coordinador de Posgrado Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Tijuana, Reconocimiento PRODEP 2019-2022, Investigador Principal Proyecto: Diseño Metodológico QHS, para Diccionarios de Competencias Sectoriales (DCS), Competencias Profesionales e Investigación en el Sector de Servicios Logísticos.

Geoturismo como herramienta para la sustentabilidad regional: Mil Cascadas/Las Granadas, Taxco de Alarcón, Guerrero

Lic. Daniel Villalba Hernández¹ y Dr. Audel Sánchez Infante²

*Universidad Autónoma de Guerrero
Guerrero, México*

Resumen—El turismo sustentable percibido como la actividad socio-económica administrada por políticas públicas que se benefician del medio ambiente y la cultura de una región, cuenta con múltiples alternativas de desarrollo. El objetivo de esta investigación fue plantear al geoturismo como una actividad con enfoque sistémico que se beneficia de características como el paisaje, geología, cultura, rasgos históricos que según su influencia son denominados geositios o geomorfositos. La metodología se apoya de enfoque mixto, direccionada al uso científico-recreacional, a través de una evaluación, en la que se ponderan indicadores y subindicadores correspondientes al valor intrínseco-científico, valor adicional, uso potencial y valor de protección. La zona comunal de Mil Cascadas/Las Granadas, cuenta con dos geomorfositos con relevancia científica: una cueva y una serie de cascadas que deben su formación a procesos kársticos, que hacen mérito de protección y aprovechamiento, que lo convierte en un sitio con vocación geoturística sustentable.

Palabras clave— Turismo Sustentable, Geoturismo, Geositio, y Geomorfosito.

Introducción

Con la aplicación del modelo de Desarrollo, el crecimiento económico se volvió el objetivo primordial de la sociedad. La captación de riqueza y la apropiación de recursos se volvió la nueva aspiración de la sociedad, lo que produjo que las necesidades humanas ya no se satisficieran con lo indispensable (Costanza, *et al.*, 2014). El crecimiento económico estaba acompañado de problemas sociales y la degradación de los recursos naturales, evidenciado por dicho modelo que promovía la desigualdad económica y social, así como daños a la biodiversidad. Ejemplo: las innumerables problemáticas socio-ambientales que se suscitaron en los centros turísticos del estado de Guerrero como Acapulco, Ixtapa-Zihuatanejo y Taxco de Alarcón.

El turismo y su marcada diversificación de enfoques, inició en su forma tradicional de: *Sol y Playa*, que promueve estos recursos como atractivos turísticos; sin embargo, al paso de los años el interés del turista se ha diversificado. En la actualidad, este fenómeno es motivado por la apreciación y disfrute del patrimonio histórico, cultural, así como el natural a través de la recreación. Caballero (2009), clasificó al turismo según el grado de impacto al medio ambiente, expuso que el turismo de Sol y Playa recreativo, así como el deportivo son los de mayor impacto ambiental; seguido por el turismo urbano, religioso y de salud con un mediano impacto; mientras que en las actividades de menor impacto, se encuentra el turismo de naturaleza, cultural, científico y rural.

Con la finalidad de resolver el deterioro ambiental sin dejar de producir o aprovechar los recursos, en 1987 la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development), propuso el anexo de la conservación del medio ambiente a los objetivos del desarrollo sustentable por medio del informe Brundtland *nuestro futuro común*, bajo el ideal “aquel que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacción de las generaciones futuras” (Brundtland, 1987).

Por tanto, es importante encontrar un sistema funcional que no comprometa la integridad del medio ambiente. En este sentido, en materia de turismo resulta fundamental diversificar la oferta turística de una región, mediante dinámicas que sustenten el uso equilibrado y responsable de los recursos. De acuerdo con esto, se busca integrar de manera holística, los procesos ambientales, económicos, sociales, culturales y políticos, con el sentido de incidir en el bienestar de la sociedad, y al mismo tiempo pugnar por la conservación del medio ambiente. Narváez (2014), menciona que las alternativas turísticas, surgen como una opción lateral al turismo de masas, a partir de considerar intereses particulares de los turistas y la necesidad por impulsar las actividades locales que buscan alcanzar un desarrollo armónico-sostenible.

Ibáñez y Rodríguez (2012), definen al turismo alternativo como la modalidad donde se realizan viajes en el que los turistas participan en actividades recreativas de contacto con la naturaleza, la cultura de comunidades rurales,

¹ Lic. en Geografía. Daniel Villalba Hernández es alumno de la Maestría en Ciencias: Gestión Sustentable del Turismo, Facultad de Turismo, Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Guerrero. daniel.villalba.geo.uact@gmail.com

² Dr. en Ciencias Sociales. SNI-C. PITC de la Maestría en Ciencias: Gestión Sustentable del Turismo (PNPC), UAGro. audel1163@hotmail.com

indígenas o urbanas, respetando y valorando el patrimonio natural, cultural e histórico del lugar de visita. Por otro lado, Ballesteros (2014), menciona que el turismo de naturaleza ha secuenciado eventos positivos como el acercamiento al medio ambiente, conocimiento-aprendizaje de ecosistemas, incremento en la conciencia ambiental de la población, de este modo apoya en la creación de nuevos mercados para economías locales y nacionales.

Acerenza (2006), refiere esto como una modalidad de protección a través de la creación de parques nacionales y áreas naturales protegidas, que incluso promueven y atraen el turismo para contemplar la biodiversidad, apreciar la belleza escénica y desarrollar actividades del turismo de aventura o deporte extremo, cultural, rural, ecológico, entre otros. Manosso (2012), afirma que la diversificación de actividades turísticas que han tenido promoción en las últimas décadas, dieron lugar a la aparición de nuevos segmentos de mercado, que permiten el fortalecimiento regional, que se da con la realización del viaje, el ocio, el contacto con la naturaleza y la cultura para los turistas. En este sentido, cabe mencionar la importancia del geoturismo en este perfil alternativo. Este segmento es relativamente reciente, está creciendo cada año en varios lugares alrededor del mundo. Si bien, no ha consolidado sus bases, ha demostrado ser un complemento importante para el turismo de naturaleza, rural e histórico-cultural (Lopes, 2011).

Por tanto, se concibe al Geoturismo como una actividad con aproximaciones al turismo sustentable, que cuenta con un enfoque educativo y dirigido a la divulgación científica. Manosso (2012), lo expone como un segmento que utiliza la geodiversidad como recurso turístico y dispone de elementos geológicos, geomorfológicos y paleológicos dotados de una cualidad estética, o no. Con atributos tales como cuevas, formaciones rocosas, afloramientos rocosos, características de la superficie, cadenas montañosas, entre otros. Dicho segmento también valoriza e integra las comunidades locales, la diversidad cultural, la conservación de los recursos naturales, además de su estética y sus características geográficas dirigidas a minimizar los impactos; mientras adjudica una actividad alternativa de turismo sustentable a la región (National Geographic Society, 2016).

Cuando se habla de geoturismo, es frecuente confundirlo con el término “turismo geológico”, que Hernández y De Miguel (2015), exponen como modalidad que orienta sus actividades recreativas a la visita de determinados recursos geológicos. Sin embargo en materia geoturística no solo se toman en cuenta los rasgos geológicos, también se resaltan las expresiones físicas del paisaje, en las que se pueden encontrar elementos socio-culturales como costumbres, valores, gastronomía, etc., que pueden estar relacionados de manera directa con la geodiversidad (Manosso, 2012). En el Congreso Internacional de Geoturismo en Arouca, Portugal durante el año 2011, se estableció que el geoturismo, sustenta y mejora la identidad de un territorio, considerando la integración de su geología, medio ambiente, cultura, valor estético, patrimonio y población, para lograr un desarrollo económico sostenible (Declaración de Arouca, 2011).

Esta actividad previa a su aplicación requiere de la identificación y clasificación de los atractivos geoturísticos, se realiza a través de la denominación de geositio y geomorfosio. Reynard *et al.*, (2007), expone que los geositios ponen especial interés en los rasgos geológicos-históricos que presentan la evolución de la Tierra; mientras que, el geomorfosio hace referencia a las formas del relieve con una distribución espacial específica. Por otro lado, Panizza (2001), definió al geomorfosio como una forma de relieve a la que se le atribuye valor científico, cultural, estético o socioeconómico, que se distingue por ser factible de uso por parte de los pobladores de la región.

Metodología

Los métodos, así como los criterios utilizados para la evaluación y valoración de sitios de carácter geológico, geomorfológico o histórico-cultural, bajo el enfoque de aprovechamiento-conservación son muy variados en todo el mundo. En general, el contexto metodológico que ha sido diseñado se clasifica en dos tipos: 1.- con base cualitativa, para dar su ubicación con una descripción de las características del sitio; 2.- con base cuantitativa para valorar y evaluar cada sitio. La siguiente evaluación toma partida de ambos enfoques, lo que hace posible un análisis mixto; toma como base las metodologías y los indicadores propuestos por Panizza, 2001; Brilla, 2005; Reynard *et al.*, 2007 y Pereira, 2007. En primer término, se cuenta con una ficha técnica en la que se hace toma de datos generales del sitio, clasificación según su tipo, descripción de su génesis y posicionamiento. En segundo lugar, se realiza una evaluación, ponderando indicadores y subindicadores correspondientes al valor intrínseco-científico, valor adicional, uso turístico actual y potencial y, valor de protección de cada sitio.

Descripción de los instrumentos de evaluación de sitios.

En la etapa de aplicación del instrumento con enfoque cualitativo, es importante realizar una revisión bibliográfica que permita determinar las características geológicas, geomorfológicas, culturales e históricas del área de estudio, con la finalidad de permitir el llenado de una ficha de identificación y descripción para cada sitio de interés geoturístico (Cuadro 1).

| | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------|---|
| Nombre del sitio | Gruta | | |
| Código de identificación | GrutGeom01 | Morfogénesis | Geomorfológica por procesos de erosión y lixiviación de roca caliza |
| Municipio; Estado | Taxco de Alarcón, Guerrero, México | | Unidad de relieve Pie de monte |
| Ubicación | Parte alta del Valle | | Fotografía |
| Tipo | Geomorfosito | | |
| Descripción: | ----- | | |

Cuadro 1. Ficha técnica para identificación y descripción de los sitios con potencial geoturístico.

Por otro lado, el instrumento cuantitativo que pretende valorar los sitios bajo las expectativas de uso científico, didáctico y recreativo, es con el fin de dar lugar a sitios tanto de interés geológico, geomorfológico, histórico, como cultural. De esta manera se evita que algunos sitios relevantes e importantes para el desarrollo regional queden excluidos.

Para la evaluación de cada uno de los sitios incluyen los criterios: *Valor Intrínseco/ científico (VI/C)*.- Este valor define el potencial con el que cuenta cada sitio para dar ejemplo de los procesos geológicos y geomorfológicos, con los cuales se entiende la evolución regional, y mediante la interpretación proporcionar información a distintos tipos de público, ya sean geocientistas o no; *Valor Adicional.- (VA)*: Se valora la relevancia y la homogeneidad con la que cuenta el sitio para entender el contexto ecológico, cultural e histórico de la zona, en relación con la geología y la geomorfología, sin excluir el valor estético-escénico del lugar; *Uso turístico actual-potencial (VU)*.- Se valora la susceptibilidad de los sitios a ser sometidos a uso geoturístico, se miden la capacidad de acogida, la accesibilidad, el tipo de uso que se puede implementar, el número de personas que podrían visitar el sitio y evaluar el equipamiento y los servicios más cercanos al sitio; y *Valor de Protección (VP)*.- Se evalúa el nivel de protección con que cuenta el sitio, si corre peligro de destrucción por uso y expansión de territorio urbano, si puede sufrir modificaciones por una explotación geoturística y la pertenencia de la tierra donde se encuentra el sitio como impedimento de uso, pero lo más importante es el papel de protección para las poblaciones locales (Cuadro 2).

| Valores | Subvalores | Descripción |
|-------------------------------|----------------------------------|--|
| Intrínseco/ científico | Rareza, nivel local | Se refiere a la excepcionalidad de las características geológicas, geomorfológicas, históricas y culturales del sitio 2 km a la redonda. |
| | Integridad | Se refiere al grado de conservación del sitio. Un mal estado de conservación puede depender de los procesos naturales o, a la acción humana. |
| | Representatividad | Se refiere a la "ejemplaridad" del sitio. En el caso de los geomorfositos, deben representar la geomorfología de la región en que se ubican, incluyendo procesos activos o pasados. |
| | Conocimiento científico del área | Número y tipo de publicaciones disponibles sobre el sitio y la importancia que ha atribuido a la comunidad académica. |
| | Didáctico | Las características adecuadas para la explicación y el entendimiento para cualquier tipo de público; sea académico o no. |
| Adicional | Ecológico | Se refiere a la importancia del sitio para la conformación de un ecosistema particular, en el cual se presenta una vegetación y fauna característica. |
| | Cultural | Presencia de acontecimientos o sucesos, considerados como patrimonio cultural, sean evidencias arqueológicas, históricas, artísticas u otras). En este criterio se da preferencia al geosito que está asociado con otros tipos de patrimonio cultural o natural. |
| | Histórico | Los sitios representativos del relieve con origen antropogénico, relevantes para el desarrollo regional a través del tiempo. |
| | Estético | Indica la atracción visual del sitio (belleza), así como la presencia de puntos esenciales que faciliten la observación del punto (miradores). |
| Uso turístico actual | Accesibilidad | La facilidad o dificultad de acceso al sitio, por sus condiciones topográficas y vías de comunicación. |

| | | |
|-------------------|---|---|
| | Visibilidad | Las condiciones de observación que presenta el sitio con influencia en la topografía y la accesibilidad, o en otros casos por la protección y conservación. |
| | Posibilidad de recolectar objetos geológicos | Es la valoración de los sitios que presenten una capacidad de recolectar muestras por los visitantes (recuerdo), sin perder su integridad. |
| | Uso actual con relación a la geomorfología | Las condiciones de promoción y utilidad de los atributos geomorfológicos para un uso paisajístico. |
| | Uso actual de otros rasgos naturales o culturales | Si el sitio tiene presencia de algún uso de interés natural o explotación por rasgos culturales. |
| | Número de habitantes | La cantidad de pobladores que existen a un radio determinado a la ubicación del geositio, geomorfosio o sitio histórico-cultural. |
| | Equipamiento de servicios y apoyo | Si el sitio cuenta con servicios en el interior o en los alrededores cercanos a él. |
| Protección | Amenazas actuales o potenciales | Tienen ocurrencia en una zona libre de presiones (afectaciones), urbanas, industriales u otras, de manera que se pueda facilitar su clasificación y conservación. |
| | Situación actual | Se da una mayor relevancia o privilegio a los sitios, que no tengan ningún tipo de protección legal. |
| | Fragilidad | Este criterio privilegia a los sitios que presentan mayor capacidad de resistencia ante la intervención humana. |
| | Propiedad | Establece el territorio en el que se encuentra el sitio: si la zona donde se ubica es federal, comunal o ejidal. |

Cuadro 2. Indicadores y subindicadores para la evaluación bajo parámetros de valor intrínseco y científico, valor adicional, uso turístico actual-potencial, protección. Fuente: Modificado de Panizza, 2001; Brilla, 2005; Reynard et al, 2007 y Pereira, 2007.

Los subindicadores cuentan con la capacidad de evaluar la potencialidad de los sitio y clasificarlos como aptos o no, para su aprovechamiento turístico; sin dar un mal uso o someterlos a presiones que contribuyan al deterioro de los rasgos de relevancia. En la evaluación se recurre a una escala de Likert con 5 elementos, asignando valores de 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1 para cada uno de los 20 subindicadores, con la finalidad de obtener un total general de 20 puntos. Las metodologías consultadas en su mayoría disponen de estas características, por tanto se postularon los anteriores parámetros. De manera posterior se genera un promedio del valor que presenta cada sitio y se clasifica entre los siguientes intervalos: 0-2 sin valor, 2- 5 poco valor, 5-7 valor medio, 7-9 valor alto y 10 mucho valor.

Resumen de resultados

La zona comunal de Mil Cascadas/Las Granadas en la actualidad ha sido utilizada como destino ecoturístico donde se desarrollan actividades de senderismo y cañonismo. Cuenta con tres sitios principales: una gruta, el casco de una hacienda abandonada y un transecto de cascadas y pozas. En el cuadro 3 se desglosa la información y resultados de la evaluación aplicada a estos tres sitios que componen los atractivos geoturísticos.

| No. Sitio | Código de Identificación | Nombre del sitio | Ubicación | Tipo | Unidad de relieve |
|-----------|--------------------------|------------------------------|----------------------|------|------------------------|
| 01 | GrutGeom01 | Gruta o cueva | Parte alta del Valle | GM | Pie de monte |
| 02 | HacHis02 | Casco de Hacienda abandonada | Entrada al parque | H | Semi-planicie de valle |
| 03 | CayPoGeom03 | Cascadas y Pozas | Curso fluvial | GM | Valle en V |

Cuadro 3. Clasificación de los sitios y su denominación correspondiente.

Descripción de los sitios

Los geomorfosios y sitio histórico se encuentran en diferentes puntos, Mil Cascadas/Las Granadas pertenece a territorio comunal de la localidad de Acamixtla y Acuitlapan. Se puede llegar a través de veredas por territorio de Acuitlapan; sin embargo, la forma más accesible es por la carretera federal 95 con rumbo a Cuernavaca; luego se accede a la desviación a Texcaltitla, que apremia de acceso vial a la zona turística.

GrutGeom01 - Gruta o cueva, hace presencia para dar inicio del recorrido por la zona. Esta formación se debe a un proceso de meteorización química por factores hídricos que consiste en la disolución del carbonato de

calcio (CaCO₃) que compone la roca caliza. Es mal llamada cueva; sin embargo, en el interior cuenta con parámetros que la definen como una gruta. Entre las formas que se identifican esta una serie de galerías, acumulaciones de sales por precipitación química denominadas estalagmitas, estalactitas y estalagnatos, mejor conocidos como columnas. Aunque lo más representativo son las depresiones en las que se capta el depósito en dolinas, también conocidas como pozas; *HacHis02*- Casco de Hacienda abandonada, ubicada a orilla del río Granadas. Según la información proporcionada por los guías de la zona y pobladores de edad avanzada de la comunidad de Texcaltitla, en la década de los 90s, esta construcción fue habitada por una mujer de origen estadounidense de la que se desconoce el nombre. También se cuenta que los terrenos en los que se encuentra ubicada esta construcción son propiedad del finado cantante y compositor José Manuel Figueroa Figueroa, mejor conocido por su nombre artístico “Joan Sebastian”; *CayPoGeom03*- Cascadas y Pozas, este geomorfosito es de carácter lineal, se encuentra sobre la corriente del río. El terreno está compuesto por rocas calizas, lo que hace posible un modelado kárstico, a través de los procesos de disolución y carbonatación. A lo largo de 1 km se pueden encontrar un máximo de diez cascadas de diferentes alturas de las cuales sobresalen las de 35, 25 y 10 metros de altura; éstas depositan las corrientes de agua en dolinas de pequeñas dimensiones conocidas de manera coloquial como pozas. Durante el transecto se identifican diferentes puntos de depósito que dan forma a un modelado travertino o tobáceo, que Pedley (1990), define los travertinos como un antigua toba calcárea litificada donde el carbonato diagenético precipitado ha añadido bastante más tarde calcita libre a las fibras vegetales (Rodrigo y Senciales, 2012). También se aplica a depósitos sin macrófitas dominados de manera exclusiva por bacterias tolerantes al calor. Pentecost (2005), expone que estas deposiciones travertínicas suelen localizarse alrededor de surgencias o asociarse a sistemas fluviales ricos en materiales calcáreos.

Evaluación de los sitios

Para realizar la evaluación correspondiente a cada sitio, se hace uso de los indicadores y subindicadores. Esta herramienta consta de las variables valor científico, adicional, uso turístico actual-potencial y protección (Cuadro 4).

| Valor intrínseco/ científico | Subindicadores | GrutGeom01 | HacHis02 | CayPoGeom03 |
|---------------------------------------|--|-------------------|-----------------|--------------------|
| | Rareza, nivel local | 0.75 | 1 | 0.75 |
| | Integridad | 0.75 | 0.25 | 0.75 |
| | Representatividad | 0.75 | 0.5 | 1 |
| | Grado de conocimiento científico del área | 0.25 | 0 | 0.25 |
| | Didáctico | 0.75 | 0.75 | 1 |
| Valor adicional | Ecológico | 0.75 | 0 | 1 |
| | Cultural | 0 | 0.25 | 0 |
| | Histórico | 0.25 | 0.5 | 0 |
| | Estético | 0.25 | 0.5 | 1 |
| Uso turístico actual-potencial | Accesibilidad | 0.5 | 0.75 | 0.5 |
| | Visibilidad | 0.75 | 0.75 | 1 |
| | Posible recolección de objetos geológicos | 0.5 | 0.25 | 0.25 |
| | Uso con relación a la geomorfología | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| | Uso de otros rasgos naturales o culturales | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| | Número de habitantes | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | Equipamiento y servicios de apoyo | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Protección | Amenazas actuales o potenciales | 1 | 1 | 1 |
| | Situación actual | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | Fragilidad | 0.75 | 0.5 | 0.75 |
| | Propiedad | 0.5 | 0.75 | 0.5 |

Cuadro 4. Resultados de los indicadores Valor científico/didáctico; Valor adicional; Uso turístico actual-potencial; Protección.

De acuerdo a los resultados de la evaluación, se obtuvo un total general que varía según las respuestas entre un intervalo 0 y 20 puntos; posterior al resultado obtenido de cada sitio se procede a generar un promedio con la finalidad de ubicar el resultado determinar el tipo de valor con el que cuenta cada sitio (Cuadro 5).

| Clave de sitio | Total General | Promedio | Clasificación de valor del sitio |
|-----------------------|----------------------|-----------------|---|
| GrutGeom01 | 11 | 5.5 | Valor Medio |
| HacHis02 | 10.25 | 5.12 | Valor Medio |

| | | | |
|-------------|-------|------|-------------|
| CayPoGeom03 | 12.25 | 6.12 | Valor Medio |
|-------------|-------|------|-------------|

Cuadro 5. Resultados de la evaluación de los geositios y sitio histórico

Conclusiones

El geoturismo cuenta con factores pertinentes para llegar a la sustentabilidad regional. Su esencia de conservación de los recursos naturales, culturales e históricos mientras se aprovechan como una alternativa para beneficiar a la población local, sin comprometer la integridad de los recursos. Con este segmento se logra la diversificación de la oferta turística de Taxco de Alarcón, gracias a sus múltiples recursos con potencial de aprovechamiento, que en este sentido se orienta al sector científico-recreacional; es decir, alcanzar la recreación del turista incluyendo un aprendizaje de los procesos y la historia, así como la generación de un vínculo de valor por los atractivos.

Con esta actividad se puede dar el primer paso para la valoración de los geo-recursos, que en consecutivo trae como resultado una sociedad con educación ambiental, y a su praxis. El geoturismo no es un turismo que pueda compararse con el turismo de Sol y Playa que es practicado en masas, por lo que las zonas en la que se desarrolle, la capacidad de carga no se verá afectada, y por lo tanto la degradación ambiental de igual modo se percibirá en un nivel muy bajo. Ese convierte en una de las alternativas de la redistribución de ingreso económico, en el que los pobladores se ven como beneficiarios primarios, al brindar un servicio turístico directo; mientras que los pobladores de la región juegan el rol de beneficiarios secundarios o indirectos, al contribuir con el abasto de la materia prima de los servidores turísticos, así como los establecimientos que se encuentran en el camino al sitio, que no son parte del servicio turístico. Este proceso de identificación y valoración de sitios con valor geoturístico se puede aplicar en otros puntos de la región y generar corredores o circuitos de visita, que generen una matriz de conservación y aprovechamiento de los geo-recursos, así con ello dar los primeros pasos a la aplicación del modelo Europeo “Geoparque” en el estado de Guerrero.

Referencias

Acerenza, M. “Conceptualización, Origen y Evolución del Turismo,” Trillas, México, 2006.

Ballesteros, G. “El turismo de naturaleza en espacios Naturales. El caso del parque regional de las salinas y arenales de san pedro del pinatar,” *Cuadernos de turismo*, Vol. 34, No.1, 2014.

Brilha, J. “Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica,” Portugal: Palimage Editores, 2005.

Brundtland, Gro Harlem. “Our common future: report of the 1987 World Commission on Environment and Development,” United Nations, Oslo, 1987.

Caballero, A. “Estructura Territorial del turismo en el parque nacional Arenal, Costa Rica,” Facultad de filosofía y Letras, UNAM., 2009.

Costanza, R., J. Cumberland, H. Daly, R. Goodland y R. Norgaard. “An introduction to ecological economics,” St. Lucie Press, Boca Raton, 2014.

Declaración de Arouca. “Congreso Internacional de Geoturismo – Geotourism in Action, Arouca Geopark,” Portugal, del 9 al 13 de noviembre, 2011.

Hernández, R. y C. De Miguel. “Turismo Geológico,” *Tierra y Tecnología*, Vol. 45, No. 1, 2015.

Ibáñez, R. y I. Rodríguez, “Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo,” En Ivanova, A. y R. Ibáñez, *Medio ambiente y política turística*. México, 2012.

Manosso, F. “Potencial del geoturismo y la geodiversidad en la Serra do Cadeano, Paraná, Brasil,” *Estudios y Perspectivas en Turismo*, Vol. 21, No. 2, 2012.

Narváez, E. “El turismo alternativo: una opción para el desarrollo local,” *REV IISE*, Vol. 6, No. 6, 2014.

National Geographic Society . “About Geotourism”. 2016. Revisado en 2019

Lopes, D. “Geo-segmentación y geo-posicionamiento en el análisis de la preferencia de los turistas,” *Estudios y perspectivas en turismo*, Vol. 20, No. 4, 2011.

Panizza, M. “Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey,” *Chinese Science Bulletin*, Vol. 46, No. 1, 2001.

Pentecost, A. “Travertine,” *Springer-Verlag, Geolog. Assoc.*, Berlin-Heidelberg, 2005.

Pereira, P., D. Pereira y M.I. Caetano Alves. “Geomorphosite assessment in Montesinho Natural Park, Portugal,” *Geographica Helvetica*, Vol. 62, No. 3, 2007.

Rodrigo, J. y J. Senciales, “Las Plataformas Travertínicas y Tobáceas de la provincia de Málaga (España),” *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, Vol.34, No. 1, 2012.

Reynard E., G. Fontana, L. Kozlik, C. Scapozza y Lausanne. "A method for assessing «scientific» and «additional values» of geomorphosite,"
Geographica Helvetica, Vol. 62, No. 1, 2007.

Un Nuevo Modelo Educativo en la Reinserción Social en los Penales

Dra. Guillermina Villarreal Galván, Lic. Valentín Aguirre Manzano, Lic. Luz del Carmen Gutiérrez Arzola, Maestra.
Indira Denissa Arredondo Mata

Resumen: Es importante mencionar que los individuos o personas que están en penales, se les debe buscar que tengan una reinserción en la sociedad, que tengan estudios profesionalizantes, más que un oficio para que se puedan tener una vida más digna, no quitándole la importancia de los oficios que aprenden dentro de estos centros penitenciarios, creemos que no volverían a delinquir si fueran reconocidos por la sociedad con una carrera técnica o de nivel superior. Proporcionarles las herramientas necesarias para que se desarrollen y se desenvuelvan en esta sociedad

Palabras Clave: Inserción, Modelo Educativo, Aprendizajes, Penales.

INTRODUCCIÓN

La historia mundial penitenciaria data desde la fundación de la cárcel, con una evolución propia en cada una de las naciones.

Sin embargo, esta evolución variada tiene elementos comunes, para poder hablar de una historia, con características más o menos uniformes, mismas que dan cuenta de que el sistema carcelario va aparejado con el contexto en el cual se circunscribe.

De esta manera, en los inicios, las cárceles tenían un objetivo político, toda vez que se encerraba a personas que se consideraban como enemigos del poder absolutista y despótico imperante o cuando se atentaba contra las instituciones en el poder, incluida la iglesia.

(Melossi & Pavarini, 2005) mencionan que es así como en Italia proliferaron debido a persecuciones ideológicas, como en la época Napoleónica, mientras que en Francia también se encerraba temporalmente (puesto que su estancia se reducía a la víspera de la decapitación) a los enemigos de quienes estaban en el poder, ya sea a los civiles que estaban en contra de la monarquía o a los propios reyes, con la instauración de la República, siendo su juicio una forma de deshacerse de ellos, con anuencia de la población, quien presenciaba la sentencia, así como la decapitación, entre grandes muestras de júbilo, en la mayoría de los casos.

Y el castigo no sólo podía deberse a estas razones políticas, sino que también por cuestiones de interpretación ética, en cuyos casos se creía que se atentaba contra la moral, como el caso de Inglaterra, sobre todo en el siglo XIV, extendiéndose a prostitutas u otras muestras de “conducta inmoral”.

Es decir, aunque tuvieron sus peculiaridades en cuanto al trato de los reos, en la decisión de cómo juzgarlos, si dejarlos vivos o no, el tipo de tortura, entre otros criterios, no obstante había elementos comunes: en el mundo prevalecía la “ley del talión” que consiste en un intento de compensar a las víctimas, infligiendo a los victimarios un dolor, vejación o castigo similar o superior, con el fin de que sirviera de escarmiento para evitar que otros lo repitieran, al servir como modelo de lo que podría pasar.

Aunque en el Medioevo la intención clara era el arrepentimiento, también con la “Santa Inquisición” se demuestra que las penas podían llegar a ser sumamente excesivas, con una gran disparidad entre la supuesta falta, en relación con el castigo recibido.

Posteriormente, con el desarrollo industrial e incidencia del capitalismo, se prepondera el trabajo y, por ende, el ocio es causa de medidas punitivas, persiguiendo severamente a la mendicidad, tanto como el vagabundeo, por lo que las cárceles iban llenándose, sobre todo de inmigrantes y personas que por falta de ingresos robaban insumos para cubrir sus necesidades básicas.

De esta manera, al engrosarse la población carcelaria, se tuvo un déficit económico, al tener que mantenerlos con todas sus necesidades de sobrevivencia, lo cual provocó hacinamiento, así como mayores problemas, de tal manera que, bajo el argumento de falta de presupuesto, a la par de hacer explícita la idea de enseñar a las personas aprehendidas el valor del trabajo, además del velado deseo de lucro, es cuando surgen los primeros oficios, producción de bienes y servicios, dentro de las cárceles, convirtiendo así a los presos en fuerza de trabajo, que funcionaba más para el mercado

o para las autoridades penitenciarias (cada vez más enriquecidas, al pagar ínfimas retribuciones), más que en un impacto positivo por el progreso personal y familiar de los encarcelados.

Así surgen las “Casas de corrección manufactureras”, como *Workhouses* y *Rasp-Huis* de Amsterdam, bajo una exigencia social punitiva, de control, paralelamente a un ideal de reeducación del delincuente.

Esto ocurrió en los siglos XV al XVI, donde se perseguía la desocupación masiva, obligados a aceptar el trabajo de la cárcel, como parte de su rehabilitación y posible reinserción a la sociedad, pero donde no veían una clara retribución que sirviese como de un estímulo positivo que reforzara la conducta productiva, como una posibilidad de posible ocupación, una vez cumplida su pena.

Esta situación cambiaría hasta el siglo XIX, donde ya se trata de un sistema intimidatorio terrorista, con torturas y violencia intracarcelaria, que igual produce motines que violaciones sistemáticas a los derechos humanos más básicos, además de corrupción y otras prácticas en las cuales se dejaría al aspecto educativo, tendiente a una verdadera formación integral, así como a la formación para el trabajo —en el cual el beneficio fuese claro, evidente e inmediato—, de lado (Melossi & Pavarini, 2005)

Mientras que en ya en el siglo XXI se hace hincapié en los derechos humanos, tanto en la detención como en la estancia de los presuntos responsables de un delito o indiciados, antes y después de que se dicte sentencia.

Asimismo, se nota, al menos en intenciones o de manera prospectiva, durante la planeación de los lugares de detención, un giro hacia la readaptación e inserción nuevamente a la sociedad, de ahí que se denomine “Ceresos” (Centros de Readaptación Social), por ese componente que rehabilita a las personas, para que sean “funcionales” en sociedad.

De la misma manera, algunas de las penas se cumplen, teniendo control en libertad, como es el caso de algunos países donde, dependiendo de la falta, se puede pagar con trabajo comunitario, además de la modalidad del arraigo domiciliario, donde se colocan brazaletes electrónicos para monitorear la ubicación.

O bien, en el caso de México, con una libertad controlada, como el caso de las Islas Marías, con prácticas punitivas características, en las cuales los reos no necesitan estar en una celda, sino que componen, junto con sus familias, toda una comunidad al interior de la isla, con funcionamiento parecido a cualquier otra sociedad, con usos, costumbres, normas y estructuras sociales.

DESAROLLO

En vista de lo anteriormente expuesto, en cuanto a la evolución de los centros de reclusión e independiente de cómo se proyecten, es importante hacer ver que éstos no cubren a cabalidad la intención de poder dotar de herramientas, sobre todo de tipo formativo, que impacte positivamente en su reinserción, desde aspectos personales y socioafectivos, como la autoestima, el afrontamiento ante problemáticas propias de la realidad, además de la posibilidad de participar en el mercado laboral con mejor preparación, para poder hacer frente a su nueva situación económica, tras el egreso.

Por el contrario, se ha demostrado que casi el 60% de los liberados reinciden en los delitos cometidos y, peor aún, con técnicas que fueron perfeccionadas durante su reclusión, así como en otros delitos (Capdevila, citado por Dominguez Tosoano, 2014)

Esto demuestra una falta de eficacia en los sistemas de rehabilitación, ya que incluso se le considera a los centros como “escuelas del crimen”, ya que priva más la educación informal que un verdadero sistema formativo, propio de la educación formal, mucho más estructurado y diseñado de forma deliberada para la rehabilitación social, más allá de simples proyectos anacrónicos, descontextualizados, fragmentarios y desarticulados de la realidad, razón por la cual muchas veces diversos programas no funcionan, puesto que éstos son tomados sólo por un tiempo (en el que dura un gobierno o responsable de éste), interrumpiendo sus efectos, o bien no se tienen mediciones para poder hacer ajustes conforme se implementa, lo cual lleva a un fracaso en la puesta en marcha efectiva.

Por ello es que, para que un sistema de readaptación social funcione, no debe estar ligado a razones políticas, económicas, ni dirigidas al lucro, sino que deben ser eminentemente sociales, pensando en el impacto familiar, tanto como en el contexto del cual procede y se reinsertará, en un programa que sea integral, siendo este escenario de reinserción, multidimensional.

Cabe mencionar que, de todas las aristas que se tienen, desde la detención hasta la reclusión y estancia, la que sobresale es el énfasis que se da a los espacios educativos, donde encuentran un espacio casi nulo, no solamente referidos a la educación de adultos, que reduce esta esfera a la alfabetización y certificación de estudios de la educación básica, para que los reclusos logren cada vez mayor escolaridad, sino que también se encuentre el sentido pragmático del conocimiento, toda vez que se contempla que puedan competir en un medio laboral, además de poder ampliar, retomar y adaptar su proyecto de vida a nuevos escenarios, favoreciendo el desarrollo personal, tanto como familiar, a la vez que logre trascendencia social, a partir de la educación integral, no sólo centrada en el aumento en la escolaridad, además de transferirlo a varios ámbitos similares, como un proyecto social global.

Cabe mencionar que, si bien es cierto que ya hay programas que operan dentro de las cárceles mexicanas, como el del Instituto Nacional de Educación para Adultos (INEA), éstos son insuficientes: cabría detenerse un poco para poder analizar, aunque sea someramente, las condiciones de éste, ya sea en la estructura del mismo programa, como en los lineamientos y disposiciones administrativas que se encuentran alrededor de éste.

Por ejemplo, que se les permita solamente acceder a unos cuantos, por “buena conducta”, en la mayoría de los casos o que no haya un aspecto cuasiobligatorio, que más bien debería ser sugestivo, de conscientización acerca de por qué es un beneficio acceder a sistemas educativos, independientemente de la forma o plazo de liberación e incluso aunque no la hubiese, en el caso de símiles de las cadenas perpetuas.

Sobre todo, se aborda el problema específico de la rentabilidad del trabajo dentro de los centros de readaptación, sin que estén mediados por prácticas de corrupción o de explotación, que son de las causantes por las cuales estos programas no han logrado popularidad y más o menos uniformidad en su implementación.

Por otro lado, se encuentran los contenidos y alcances oficiales propuestos, como puede observarse en el documento “Educación para adultos en contextos de encierro” (INEA, 2013) que aunque reconocer el “hacer” como parte del “saber”, termina reduciéndose, como ya se dijo, en certificar estudios de educación básica, sin que se pretenda alargar la escolaridad al nivel superior, no tanto los estudios técnicos, eminentemente prácticos y dirigidos al trabajo, pero carentes de fundamentaciones teóricas, así como del área científica, más que de la tecnológica o eminentemente manual.

Como tampoco debe estar limitada solamente al arte, mismo que se simplifica al grado de parecer un curso de “manualidades”.

Por otro lado, no deben perderse de vista dos contextos concomitantes, lo cual es causa de fracasos en el planteamiento de programas educativos, como es el considerar primero el ambiente sucedáneo donde se encuentra que puede llegar a ser hostil y con todas las prácticas que rodean a la reclusión; por otro, el contexto de la vida familiar y social, mismo en el cual están los elementos más comunes de la reinserción, tanto como de la reincidencia.

Es decir, se trata de tener en cuenta también el ambiente carcelario y los aprendizajes concomitantes que ahí se tienen (Caride Gómez & Gradaille Perna, 2013).

CONCLUSIÓN

De lo anteriormente expuesto, se tiene como conclusión que es importante desarrollar un programa vigente, de acuerdo con necesidades emergentes de una verdadera readaptación social, que no sólo evite la reincidencia delictiva o la incursión en nuevos delitos, sino que verdaderamente se tenga un proyecto de vida, que sea viable a la hora de reincorporarse a su vida familiar y social.

De esta manera, se deben tener en cuenta por lo menos tres rubros en su conformación:

- 1) Análisis del contenido y sustento teórico-metodológico de los saberes: aprendizajes significativos que deben trascender a la simple alfabetización o escolaridad de la educación básica
- 2) Junto con aumento de la escolaridad, saberes prácticos, procedimentales y actitudinales dirigidos a la posterior vida laboral, que sea algo más allá de “capacitación para el trabajo”, estudios técnicos u oficios
- 3) Que tengan en cuenta el doble plano, que es su vida ulterior, sí, pero sin olvidar la propia de la reclusión, el presente, a partir de elementos que lo reivindican en su estado, con saberes y prácticas sugeridas por la ONU (1996), así como por Amnistía Internacional (2002) y organizaciones no gubernamentales dedicadas a sus derechos humanos, tanto como instituciones globales dedicadas a su defensoría.

Por último, también debe existir la tendencia hacia la universalización de acceso a espacios formativos, sin discriminación de quien será liberado o no, así como por la categorización del tipo de delito (excepto por normas internas acerca de las condiciones de su estancia y exposición con otras personas, por grado de peligrosidad u otros criterios, quedando reservada la educación a ciertos espacios, pero sin negarla) ni debido a su “buena” o “mala” conducta, además de la creación de espacios propios para propósitos educativos, como bibliotecas, talleres, laboratorios y aquellos necesarios, de acuerdo con el desarrollo curricular planteado.

FUENTES

Aministía Internacional (2002) Manual de acción contra la tortura, España:

Aministía Internacional

Caride Gómez, J. y R. Gradaïlle Perna (2013) Educar en las cárceles. Nuevos

desafíos para la educación social en las instituciones penitenciarias,

España: Revista de educación, 360

Domínguez Tosoano (2014) El arte como constructor de paz social, España:

Universidad de Huelva

INEA (2013) Educación para adultos en contextos de encierro, México: Dirección

de Concertación y Alianzas Estratégicas Subdirección de Asuntos

Internacionales

Melossi, D. y M. Pavarini (2005) Cárcel y fábrica. Los orígenes del sistema

penitenciario (siglos XVI-XIX), México: Siglo XXI

ONU (1996) Reglas mínimas para el tratamiento de los reclusos. Conjunto de

principios para la protección de todas las personas sometidas a cualquier

forma de detención o prisión.

CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE MADERA Y CORTEZA DE *Eucalyptus cinerea*

Diego Villaseñor Martínez¹, M.C. Luz Elena A. Ávila Calderón² y M.C. Marco Antonio Herrera Ferreyra³

Resumen— En el presente trabajo de investigación se presentan los resultados de la obtención de carbones activados a partir de madera y de corteza de *Eucalyptus cinerea* F. Muell. Ex Benth. La carbonización y la activación química fueron llevadas a cabo en un solo paso. El agente activante fue el ácido fosfórico que actúa como un catalizador ácido para promover las reacciones de escisión. Los ensayos a los que se sometieron los carbones fueron: contenido de humedad, número de yodo, contenido de cenizas y análisis con microscopía electrónica de barrido. Se concluye que los carbones activados obtenidos son de buena calidad y pueden competir con los que se comercializan en el mercado.

Palabras clave—eucalipto dólar, activación química, número de yodo, cenizas, MEB.

Introducción

El carbón activado puede obtenerse de una gran cantidad de materiales lignocelulósicos como pueden ser madera de eucalipto, residuos de la industria del aserrío, licor negro de la industria del papel kraft, desperdicios agrícolas, cáscara de granos o semillas, entre muchos otros (Grima y col., 2016).

El proceso para la obtención del carbón activado comienza con la combustión y posterior activación, ya sea en un mismo paso o en etapas, en ausencia de oxígeno para evitar la combustión del precursor carbonoso. En esta etapa se comienza el desarrollo de una estructura porosa interna en el material, baja en comparación con la desarrollada durante el proceso de activación. La activación del carbón puede llevarse a cabo mediante un proceso físico o químico que se elige tomando en cuenta los recursos que estén a disposición (Grima y col., 2016).

La activación física del carbón comúnmente se realiza en dos pasos; primero, se realiza la carbonización de la materia y posteriormente, la activación del mismo. De los posibles tratamientos físicos de activación, los más comunes son el uso de vapor de agua o del dióxido de carbono CO₂ como gas activante, o una mezcla de ambos (Ngemnyen y col., 2006). La activación química normalmente se lleva a cabo en un solo paso y por lo general requiere de temperaturas y tiempos menores de activación que los procedimientos físicos; además, la obtención de carbón activado por activación química es mayor que por procedimientos físicos. Un inconveniente de este procedimiento es que el material obtenido requiere un tratamiento para la recuperación de los agentes químicos usados para su activación (Martínez, 2012).

En la presente investigación la producción de los carbones activados tanto de madera como de corteza de *Eucalyptus cinerea*, se llevaron a cabo mediante el método químico de activación con ácido fosfórico. En la activación química, la carbonización y activación son llevadas a cabo en un solo paso, realizando la descomposición térmica de la materia prima, impregnándola con el agente activante ácido fosfórico que es también conocido por ser un ácido fuerte, ya que actúa como un catalizador ácido para promover reacciones de escisión (Binti, 2007). También se realizaron los ensayos siguientes: obtención del número de yodo, microscopía electrónica de barrido (MEB), contenido total de cenizas, contenido de humedad y pH, esto con la finalidad de conocer el potencial que tiene dicha especie en el mercado del carbón activado y sus potenciales aplicaciones en los procesos industriales.

Descripción del Método

Habilitación del material de estudio

Las muestras fueron colectadas de una plantación de *E. cinerea* del Rancho el Carmen, ubicado en la colonia Jesús María en Villa Victoria, estado de México. La Identificación de la muestra de herbario fue realizada por la M. en C. Patricia Silva Sáenz de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El material de estudio se obtuvo a partir de tres ejemplares de *E. cinerea*, los cuales tenían diámetros medios desde 4.5 cm hasta 6.5 cm y longitudes de 78 cm hasta 83.5 cm. De cada ejemplar se tomó una muestra de 30 cm de espesor, del cual se obtuvieron muestras representativas de madera y corteza. El material obtenido fue

¹ Diego Villaseñor Martínez es egresado del programa de Ingeniería en Tecnología de la Madera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. di.vi.ma@hotmail.com

² La M.C. Luz Elena Alfonsina Ávila Calderón es Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. lea.avilacalderon@gmail.com (autor corresponsal).

³ El M.C. Marco Antonio Herrera Ferreyra es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. herrerafma@gmail.com

astillado, secado al aire y molido en un equipo Wiley. La harina obtenida se clasificó con tamices. Para el análisis químico se empleó la fracción que pasó por la malla 40 (425 μm) y que fue retenida en la malla 60 (250 μm). Posteriormente se calculó el porcentaje de humedad por el método de deshidratación a $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ de acuerdo con ASTM: D2867 – 09 (ASTM, 2014). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

pH

La determinación del pH se realizó de acuerdo con el método Sanderman y Rothkamm (1951). Se tomó la muestra y se colocó en un vaso de precipitados al que se adicionó 20 ml de agua destilada. Se registró la lectura del pH a los 5 minutos, a las 4 horas, 24 horas y 48 horas consecutivamente.

Obtención de los Carbones Activados

Las harinas de corteza y madera fueron impregnadas con ácido fosfórico H_3PO_4 al 30% de concentración, y a un radio de impregnación de 1.5 (g H_3PO_4 /g de precursor), durante 15 horas a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo se coloca la harina impregnada en un contenedor extendido y se coloca en la estufa de secado a $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ por 3 horas. Después, la harina deshidratada se colocó dentro del reactor, en el cual se lleva a cabo la carbonización y activación a una temperatura de $500 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 2 horas dentro de la mufla.

Cenizas

Las cenizas o sustancias inorgánicas se calcularon gravimétricamente, después de calcinar el carbón activado en una mufla a $650 \text{ }^\circ\text{C}$ utilizando crisoles de níquel, en apego a la norma ASTM: D2866- 11 (ASTM, 2014).

Índice de yodo

Este método de ensayo se basa en una isoterma de adsorción de tres puntos. Una solución estándar de yodo se trata con tres pesos diferentes de carbón activado, en condiciones específicas. Las soluciones tratadas de carbón se filtraron para separar el carbono de la solución de yodo (filtrado). El yodo que queda en el filtrado se mide por titulación. La cantidad de yodo eliminado por gramo de carbono se determina para cada muestra. La cantidad de yodo absorbido (en miligramos) por gramo de carbono a una concentración de yodo residual de 0,02 N se expresa como el número de yodo.

Microanálisis en Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

La identificación de los elementos presentes en las sustancias inorgánicas se realizó su microanálisis en un espectrómetro de Rayos X, acoplado a un microscopio electrónico de barrido marca Jeol modelo JSM- 6400. Las condiciones de operación para los análisis fueron 20 kV y 8,5 segundos, obteniéndose los espectros respectivos en puntos aleatorios eliminándose el carbono y oxígeno que pudieran haber quedado como residuo de los componentes orgánicos.

Resultados y discusión

La humedad de las harinas de madera y corteza varía de 6.8 % a 7.3% para la primera y de 6.6% a 6.8%, para la segunda. El pH tanto de madera como de corteza es débilmente ácido (5.2 y 4.7 respectivamente). En los carbones activados, la humedad fue de 5.6% 5.7% en el de madera y de 5.2% 5.3% en el de corteza. Las cenizas en el carbón activado de madera fue de 1.3% a 1.6% y en el de corteza de 2.1% a 3.0%. Estos contenidos de cenizas fueron menores a los encontrados en los carbones activados testigos (5.2% a 5.5%). Los carbones activados obtenidos en este trabajo fueron fuertemente ácidos (1.2 pH), mientras que el testigo fue alcalino (10.4 pH).

El número de yodo en el carbón activado de madera varió de 831 a 1182 y en corteza de 737 a 930. El número de yodo del carbón activado testigo fue de 824 a 1175.

Los resultados del análisis en el microscopio electrónico de barrido de las cenizas de los carbones activados se muestran en la figura 1. Se observa que en los carbones activados de madera y corteza de este estudio sólo se determinó fósforo y cloro; por otro lado, en el testigo se encontró sodio, fósforo, potasio, hierro, silicio, azufre, aluminio y magnesio.

En la figura 2 se muestran imágenes de los carbones activados obtenidos en esta investigación y del testigo. Se puede observar en la muestra de la corteza, que se presentan muchas fibras carbonizadas semejantes a las que se encuentran en la madera, en la cual las cavidades se ven sin residuos y células de diferentes diámetros y dado que la microfotografía fue tomada en la vista transversal de las fibras, se puede suponer que la totalidad de la longitud de la fibra está libre. Además, también es posible observar las cavidades vacías de las punteaduras en las fibras con lo cual el potencial de adsorción del material supone que es un carbón activado de muy buena calidad.

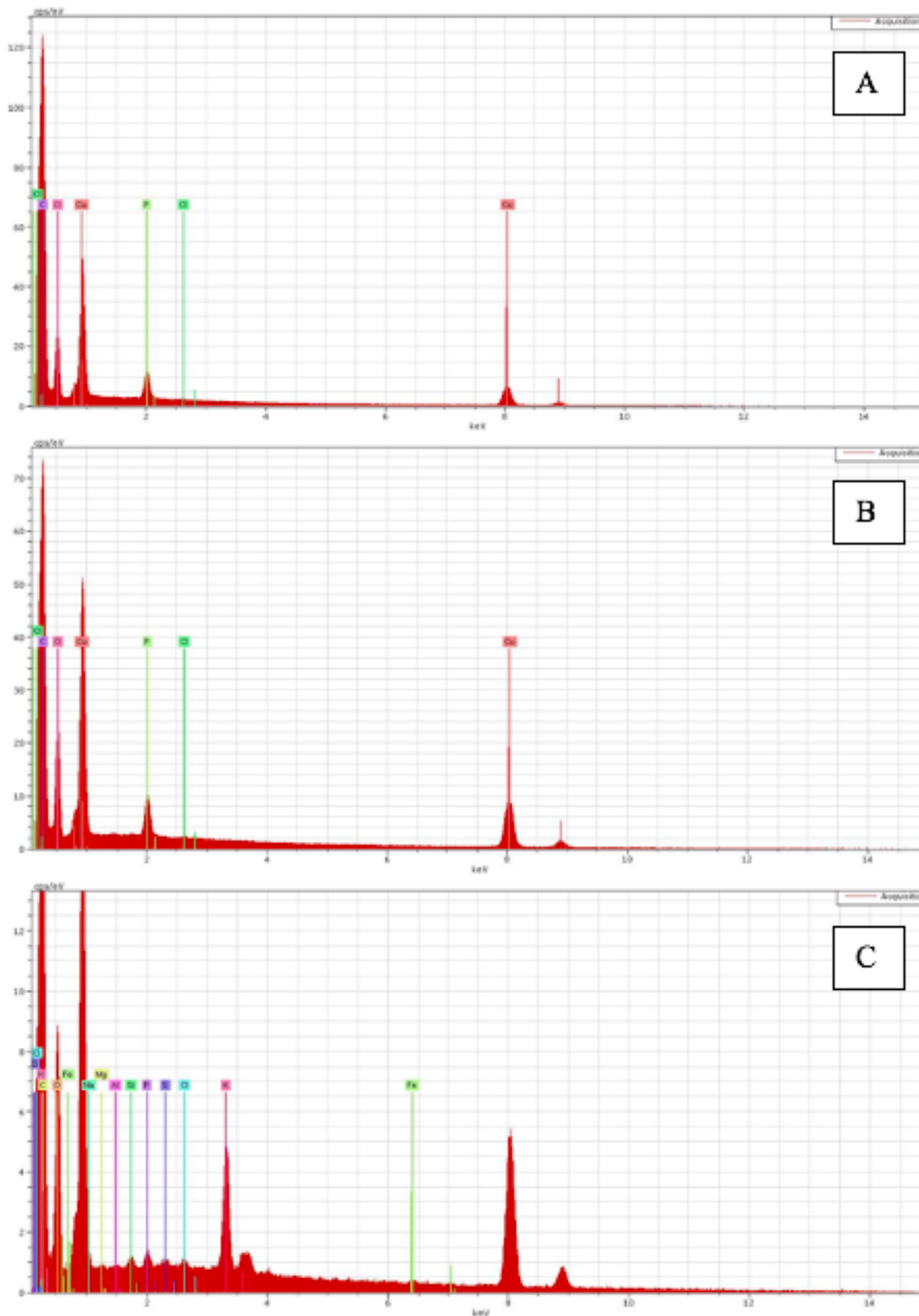


Fig. 1. Microanálisis de las cenizas de los carbones activados. A. Madera. B. Corteza. C. Testigo.

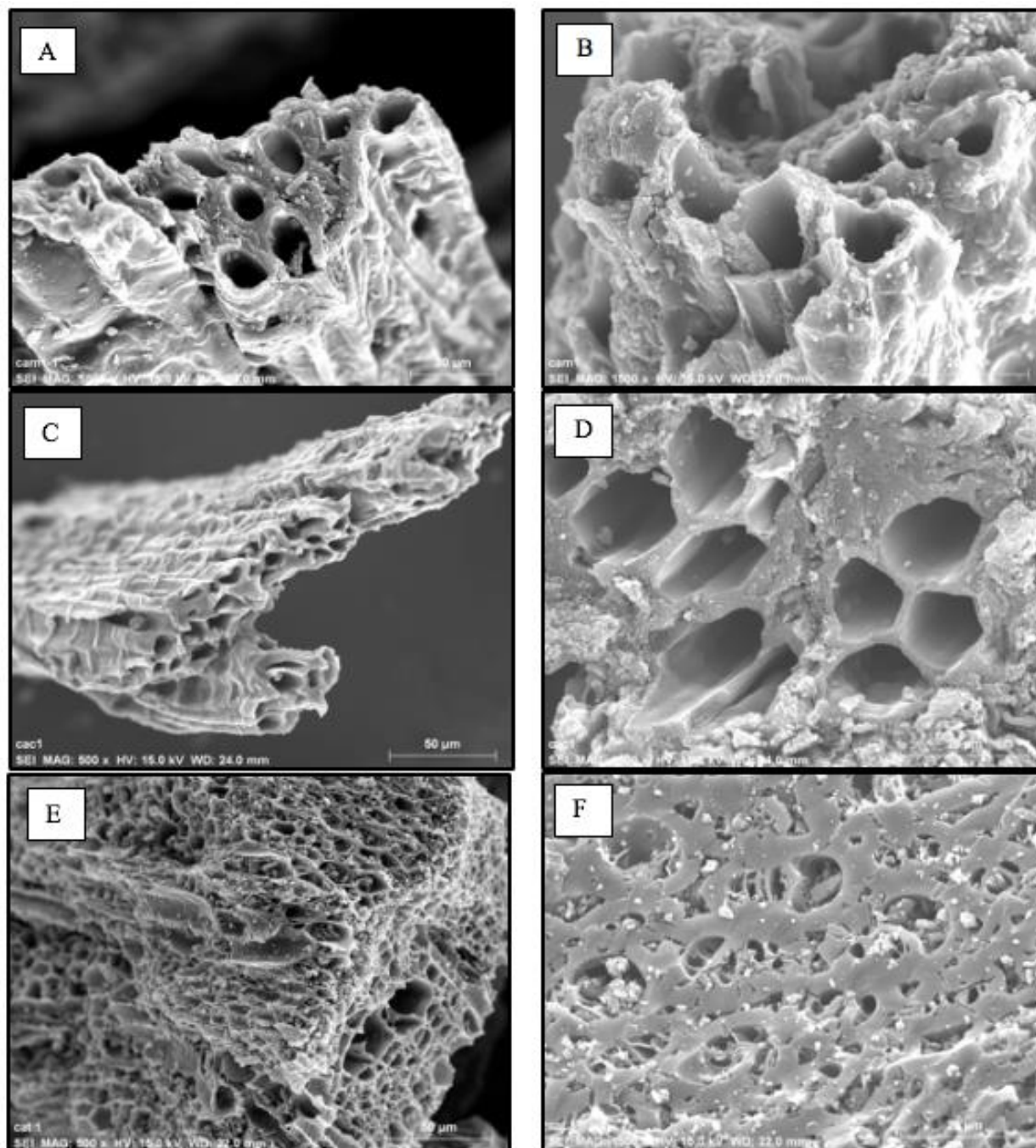


Fig.3. Microfotografías de los carbones activados. A. Madera 500x. B. Madera 1000X. C. Corteza 500x. D. Corteza 1000x. E. Testigo 500x. F. Corteza 1000x.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Los carbones activados de corteza y madera de *Eucalyptus cinerea*, activados mediante el uso de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 30% de concentración, y a un radio de impregnación de 1.5 (g H_3PO_4 /g de precursor), según los resultados obtenidos, poseen características adsorptivas de buena calidad, pudiéndose utilizar en los diferentes

procesos en los cuales se requiera un material adsorbtivo que cumpla los requerimientos, ya que los resultados demuestran que pueden competir con los carbones activados comerciales.

En cuanto al análisis de las cenizas de los carbones activados, tanto de madera como de corteza de *Eucalyptus cinerea*, así como el carbón activado de grado comercial, demuestran la gran diferencia de elementos presentes en ellos, siendo éste último de grado comercial el que presenta mayor variabilidad de elementos, tanto en porcentaje como en número de elementos presentes.

Conclusiones

Los resultados comparativos entre el carbón activado obtenido de corteza y de madera de *Eucalyptus cinerea* muestran que ambos precursores son aptos para la obtención de un material con buenas características adsorbtivas, ya que los rangos de ambos demostrados en los diferentes ensayos, destacan las buenas propiedades que poseen.

Recomendaciones

Es de importancia mencionar, que es recomendable hacer una molienda al carbón activado una vez obtenido, ya que esto haría el material más homogéneo, por consiguiente mejoraría sus propiedades adsorbtivas durante los diferentes procesos en que vaya a ser utilizado.

Referencias

- American Society for Testing and Materials. ASTM 2867–09. Standard Test Methods for Moisture in Activated Carbon. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014.
- American Society for Testing and Materials. ASTM 5832 –98. Standard Test Methods for Volatile Matter Content of Activated Carbon Samples. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014.
- American Society for Testing and Materials. ASTM 2866– 94. Standard Test Methods for total Ash Content of Activated Carbon. ASTM International, West Conshohocken, PA, 1999.
- Binti Jabit N. A. The production and characterization of Activated carbon using local agricultural Waste through chemical activation process (Tesis inédita de maestría). India. 2007.
- Grima O. C., Ramírez G. Á, Gómez Limón D. & Clemente J. C. Activated carbon from flash pyrolysis of eucalyptus residue. Heliyon. doi: 10.1016/j.heliyon.2016.e00155. 2016.
- Martínez F. M. C. Preparación y caracterización de carbón activo a partir de lignina para su aplicación en procesos de descontaminación de aguas (Tesis inédita de doctorado). Universidad Autónoma de Madrid Facultad de Ciencias Sección de Ingeniería Química, España. 2012.
- Ngernyen Y., Tongsathitkulchai C. & Tongsathitkulcha M. Porous properties of activated carbon produced from Eucalyptus and Wattle wood by carbon dioxide activation. Korean Journal of Chemical Engineering, Vol. 23 (6), 1046-1054. 2006.
- Sandermann, W.; Rothkamm, M. Über die Bestimmung der pH-Werte von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. Holz Roh-Werkst.17: S.433–440. 1959.

GERMINACION TEMPRANA DE SEMILLAS DE JITOMATE ESTIMULADA POR GIBERELINAS PRESENTES EN EXTRACTOS DE MORINGA Y AGUA SE COCO

Cindy Zacarías Conejo¹, Ana Valeria Fraga González², M.C. Teresa Itandehui Garambullo Peña³ y D.C. José Fernando Covián Nares⁴

Resumen– Uno de los métodos a utilizarse para favorecer la germinación de semillas es la exposición de éstas a compuestos como las fitohormonas; sustancias de las plantas que regulan su crecimiento. Las giberelinas son fitohormonas que se les asocia con la elongación celular y la germinación de las semillas. Se evaluó el porcentaje de germinación y el tiempo que le tomó a semillas de jitomate comenzar con este proceso cuando se incubaron en presencia y ausencia de extractos de moringa y agua de coco. El control solo tenía agua. El extracto de moringa se obtuvo por maceración de las hojas. Las fracciones con presencia de giberelinas fueron aisladas mediante cromatografía de capa fina utilizando ácido giberélico como referencia. Los porcentajes de germinación tanto con extractos de moringa y agua de coco fueron de 80 a 90%. El tiempo al cual rompe la primera semilla disminuyó considerablemente respecto del control con agua.

Palabras claves– fitohormonas, moringa, coco, giberelinas.

Introducción

Moringa oleifera, árbol perteneciente a la familia *Moringaceae*, es un cultivo originario del norte de la India y en la actualidad se cultiva prácticamente en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo. Éste árbol, puede crecer en condiciones de escasez de agua, pero su cultivo intensivo, con irrigación y fertilización, aumenta los rendimientos de biomasa hasta superar las 100 toneladas por hectárea.

Desde hace varios años, prácticamente todas las partes de *M. oleifera* han sido utilizadas por el hombre, ya que todas las partes de la planta son comestibles. Además de las características nutritivas, la moringa posee propiedades antimicrobianas, antioxidantes y terapéuticas. Sin embargo, la gran mayoría de estos atributos no tienen aún un fundamento científico que lo sustente, tal es el caso de la presencia de altas concentraciones de fitohormonas en la planta. Recientemente, se demostró la actividad fitoregulatora de auxinas y citocininas en fracciones del extracto de *Moringa oleifera* (Gómez-Paleo y cols., 2018).

El avance logrado por las ciencias biológicas ha permitido un estudio detallado de las plantas tanto a nivel celular como molecular (Salgado, 2015). Bajo condiciones controladas en un laboratorio es posible reproducir todos los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Castillo, 2004). Haberlandt, científico alemán, postuló a principios del siglo pasado que las plantas eran capaces de reproducir su crecimiento a partir de células aisladas (originando la hipótesis de la totipotencia celular en plantas). En la década de los años cincuenta fue cuando se determinó la importancia del balance hormonal en las plantas. Este balance hormonal es el resultado del desarrollo estratégico de las plantas para lograr su supervivencia en un ambiente en constante cambio, manteniendo así, en estudio permanente las vías de señalización que involucran a las fitohormonas (Castillo, 2004).

Con el avance que la ciencia logró, se diferenciaron varios grupos de fitohormonas, clasificándolos tanto por su estructura como por la función que desempeñan en las plantas (Zaharah, *et al.*, 2012). Los cuales son: auxinas, giberelinas, citocininas, brasinoesteroides, etileno, ácido abscísico y los jasmonatos. Estos compuestos influyen en procesos fisiológicos de las plantas como el crecimiento (ácido giberélico), la diferenciación (citocininas) y el desarrollo (auxinas y citocininas), (Amador *et al.*, 2013). Su actividad es muy variada, pueden ser tanto enraizadores

¹ Cindy Zacarías Conejo es estudiante en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico, Morelia, Michoacán, México. cindy_zc@outlook.com (autor corresponsal)

² Ana Valeria Fraga González es estudiante en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia Michoacán México. valeriafg@hotmail.com

³ M.C. Teresa Itandehui Garambullo Peña es Profesora Investigadora en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia Michoacán México. itangarambullo@itmorelia.edu.mx

⁴ D.C. Jose Fernando Covián Nares es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, Michoacán, México. fernandofemto@yahoo.com

como retardadores de la senescencia foliar y algunas otras funciones. La aplicación de fitoreguladores ha propiciado ventajas apreciables en los cultivos, por ejemplo, el aumento en el cuajado de los frutos; el cual depende principalmente de una efectiva polinización, por lo que se convierte en un proceso muy propenso a variaciones ya que depende de insectos polinizadores, también puede variar con las condiciones del clima durante la floración de las plantas. Con el uso del ácido giberélico o una combinación de auxinas, giberelinas y difenil urea es posible estimular la formación de frutos partenocárpico (Ramírez, 2008).

Dentro de este grupo de sustancias, una de las más importantes por su incidencia en el rendimiento y calidad de las cosechas son las giberelinas (GAs). Las giberelinas son un grupo de diterpenoides, actualmente se conocen alrededor de ochenta giberelinas de origen natural presentes en vegetales y microorganismos. Una planta puede sintetizar varias giberelinas sin la necesidad de que todas se encuentren activas. Las giberelinas influyen en diversos procesos como: germinación de semillas, floración y espigamiento, cuajado de los frutos y comportamiento poscosecha de los mismos, siendo la más importante la AG3 o ácido giberélico (Yamaguchi, 2008). Diversas técnicas, como la cromatografía en capa fina (CCF), la cromatografía de gases (CG) y la cromatografía líquida de alta resolución (CLAR) han sido utilizadas para el aislamiento e identificación de fitohormonas (Celis & Gallardo, 2008). Son muy variadas las ventajas que se obtienen de la aplicación de los reguladores y siempre van hacia la mejora del producto (Pichardo-Gonzales, 2018), la conservación (Corredoira, *et al.*, 2011), ya sea mayor volumen, mejorar la presentación, reducir tiempos de espera, etc. (Calva, 2005).

Por otro lado, existen diversos reportes que mencionan los beneficios de utilizar el endospermo líquido del coco (agua de coco), como sustancia inductora de la germinación, dado que induce un efecto positivo en este proceso. La inmersión en agua de coco produjo un porcentaje de germinación del 50%, superior al efecto logrado con los demás tratamientos en semillas de *Dracontium grayumianum*. El endospermo líquido del coco también tuvo efecto favorable sobre el brotamiento de cormos bajo condiciones de vivero, al igual que el tratamiento con una solución de ácido giberélico (Patiño y cols., 2011). De acuerdo a Yong y cols (2009), es un hecho que la composición de esta agua extraída de cocos verdes, los fitoreguladores presentes son citoquininas, con un total de diez compuestos, seguidas por dos giberelinas y una auxina. El endospermo líquido de la semilla de coco se ha usado en varias especies establecidas *in vitro*, incluyendo las orquídeas, ya que contiene vitaminas, enzimas, azúcares, fuentes nitrogenadas, reguladores de crecimiento y una fracción de sales inorgánicas (Hicks, 2007).

Dadas las relevantes funciones de las giberelinas resulta de interés el encontrar una manera de obtenerlas a partir de fuentes naturales, dado que actualmente es muy costoso el hacerlo a partir de fuentes comerciales. Parte de las alternativas de origen natural a considerarse pueden ser entonces los extractos de las hojas de *Moringa oleifera*, ya que resulta económico, amigable con el ambiente y sobretodo viable bajo sistemas naturales del suelo y de la planta (Anwar y Latif, 2007)

Teniendo en cuenta la importancia de las fitohormonas en el desarrollo de las plantas y cultivos de interés agronómico, la presente investigación tuvo como propósito aislar y probar extractos con actividad de giberelinas ubicados en extractos de la *Moringa oleifera*, haciendo además una comparativa con el agua de coco, de la cual se han ya reportado sus efectos positivos en la germinación de diversas semillas por la posible presencia de giberelinas.

Descripción del método

Modelo experimental.

Las muestras de hoja de *Moringa oleifera* que fueron empleadas en las extracciones se obtuvieron de árboles del municipio de Morelia perteneciente al estado de Michoacán. Dichos árboles tenían aproximadamente 2 años de edad. El proceso de secado de la moringa se realizó al aire libre durante 5 días a una temperatura aproximada de 25 °C, teniendo el cuidado de que no les diera directamente la luz del sol. Una vez que las muestras estuvieron secas, se separaron cuidadosamente las hojas del tallo.

Para evaluar el efecto del endospermo líquido del coco (agua de coco), se utilizaron cocos tanto maduros como no maduros para hacer las diluciones correspondientes en microlitros. Así mismo, se evaluó la germinación inducida con la inmersión directa de las semillas en 5 ml del agua de coco completa. Una vez transcurridos los dos días de inmersión se procedió a colocar las semillas en cajas de petri con algodón humedecido (únicamente con agua) para su posterior observación.

Obtención de extractos a partir de las hojas de moringa por un proceso de macerado.

Con las hojas ya secas, se procedió a macerarlas para lograr la obtención de extractos con el uso de una mezcla de disolventes. Para el macerado se emplearon 10 g en peso seco de hoja de *Moringa oleifera* (la cual fue previamente molida), se le adicionaron 100 mL de una solución de metanol/ácido acético. La muestra seca y la mezcla de disolventes se homogenizaron a 150 rpm, durante 1 hora. Se dejó reposar 24 horas en ausencia de luz cuidando un rango de temperatura de 4 a 6 °C. Posterior a las 24 horas de maceración de las muestras de hoja con los disolventes, se procedió a separar los restos de hoja de los extractos mediante una decantación sólido-líquido. Los extractos fueron centrifugados a 5,000 rpm a una temperatura de 4 °C durante 10 minutos. El sobrenadante recuperado de la centrifugación se evaporó con el uso del rotavapor a fin de obtener extractos más concentrados y por ende menor cantidad sería necesaria para tener efectividad en los bioensayos.

Separación de las fracciones de interés mediante Cromatografía en Capa Fina.

Para la separación de los extractos crudos de hoja de moringa en fracciones de interés, se utilizó la técnica de cromatografía en capa fina. Las cromatoplasmas para esta técnica fueron TLC silica gel 60 F₂₅₄ (Merck) de 20 x 20 cm; estas placas tienen la peculiaridad de tener adicionado un indicador fluorescente que se puede observar con luz ultravioleta a 254 nm. La muestra del extracto de moringa se colocó a 1 cm de altura respecto del inicio de la placa y se aplicó un volumen total de 200 µl del extracto de hoja, mientras que para los estándares comerciales fueron 10 µl. Los estándares comerciales utilizados para la identificación cualitativa de presuntas auxinas (ácido indol acético) y citocininas (zeatina), fueron adquiridos con la marca sigma. La fase móvil utilizada fue una mezcla de cloroformo/metanol. Una vez identificadas las fracciones de interés se procedió al raspado de las placas para posteriormente eluir la silica raspada en DMSO al 1%. Al paso de 24 horas se separa el sobrenadante, el cual es empleado para los posteriores bioensayos.

Evaluación de la actividad de giberelinas en el proceso germinativo de semillas de jitomate.

Para evaluar el efecto de los extractos de moringa oleífera y agua de coco en el proceso de germinación de semilla de jitomate se procedió a someter a inmersión por 2 días en distintas disoluciones 30 semillas, tanto de agua de coco como del extracto de hojas de moringa (*Moringa oleifera*), a fin de comparar el poder inductor de germinación. Los volúmenes utilizados fueron 200, 100, 50 y 20 microlitros para ambas condiciones. Como tratamiento control, las semillas se incubaron tan solo con agua y otras en presencia del estándar: el ácido giberélico comercial. Al paso de las 48 hrs las semillas se trasladaron a cajas petri, 10 semillas por caja, donde se les dio seguimiento por al menos una semana al proceso de germinación, crecimiento y desarrollo de cada una de las semillas. Los bioensayos se realizaron por triplicado para cada uno de los tratamientos.

Comentarios Finales

Identificación de la presencia de fitohormonas en extractos de Moringa con el uso de cromatografía en capa fina.

En la Figura 1, se muestra la placa de cromatografía en capa fina donde se aplicaron 200 microlitros del extracto de la hoja de moringa (Hoja), junto con 10 microlitros del estándar comercial utilizado para la identificación cualitativa de la fitohormona de interés: Acido Giberélico (AG3). El estándar tenía una concentración de 0.5 molar. Como se puede observar en la placa ya revelada con la luz UV, existe la presencia de señales o bandas que presentan el mismo frente de referencia(Rf) del estándar comercial, lo que hace suponer que en el extracto de hoja contiene la misma fitohormona o sustancia similar que pudiera tener la misma actividad fitoreguladora. A continuación, se hizo el raspado de las bandas de interés para eluir las en DMSO y ser utilizadas en los posteriores bioensayos con semillas de jitomate. El mismo proceso se realizó con el agua de coco, pero como era de esperarse y de acuerdo a la naturaleza del solvente no fue posible ver alguna señal en la placa cromatografía.

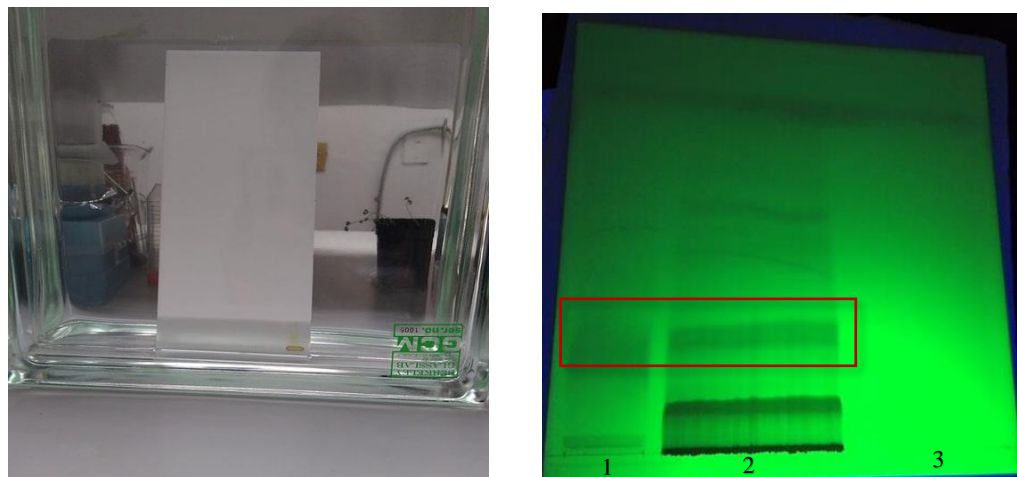


Figura 1. Cromatografía en capa fina para la identificación cualitativa de giberelinas en cromatoplasmas de vidrio (plate silica gel 60 F₂₅₄) de 20 x 20 cm, reveladas con luz UV. En el recuadro en rojo se muestra la presencia de giberelinas en el extracto de moringa (carril 2) con un Rf similar al del estándar comercial (carril 1). El agua de coco no mostro señal alguna (carril 3).

Evaluación de la actividad fitoreguladora de giberelinas presentes en el extracto de hoja de la moringa y endospermo liquido de coco.

Una vez obtenidas las fracciones con giberelinas, se procedió a realizar los ensayos de germinación con las diluciones previamente indicadas. Para cada tratamiento que se realizó por triplicado se utilizaron 10 semillas de jitomate de la variedad *cherry*; posterior a la inmersión por 48 h tanto en extracto como con agua de coco (figura 2), se procedió a incubar las semillas en cajas petri, donde se humedecieron con agua 2 veces al día. El momento clave del experimento consistía en estar monitoreando día a día el comportamiento de las semillas y registrar cuando alguna de las semillas mostraba indicios de rompimiento (figura 3)



Figura 2. Incubación de semillas por 48 h en presencia de 1) extracto, 2) agua de coco maduro y 3) agua de coco verde.



Figura 2. Semillas de jitomate con inicios de germinación (circulo azul)

Al final del proceso todas las semillas germinarían, pero se esperaba que aquellas que habían sido sumergidas en los extractos germinaran en menor tiempo comparado con el control que solo tuvo agua. Los resultados obtenidos para cada tratamiento se muestran a continuación en la tabla 1:

Tabla 1. Porcentaje de semillas germinadas en presencia de los distintos tratamientos

| Tratamiento | Día 1 % de germinación | Día 3 % de germinación | Día 5 % de germinación |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ácido giberelico | 30 | 50 | 80 |
| Extracto de Moringa (100 microlitros) | 30 | 60 | 80 |
| Agua de Coco verde (200 microlitros) | 20 | 40 | 60 |
| Agua de Coco maduro (200 microlitros) | 0 | 0 | 20 |
| Agua | 0 | 20 | 40 |

Como se puede observar, las semillas incubadas en presencia de las fracciones obtenidas a partir de los extractos de moringa presentan un porcentaje de germinación mayor al del tratamiento con agua de coco y el agua, pero muy similar al del ácido giberélico comercial. No deja de ser interesante el poder inductor que tiene el agua de coco verde, respecto al coco maduro. Se comprueba entonces que sería una alternativa viable el uso de los extractos de moringa para inducir la germinación de semillas de cultivos de interés económico en menor tiempo. Al paso de una semana es notoria la diferencia en las plántulas de jitomate con cada tratamiento (figura 3). Destaca la elongación de las plántulas tratadas con las fracciones de la moringa respecto de los demás.

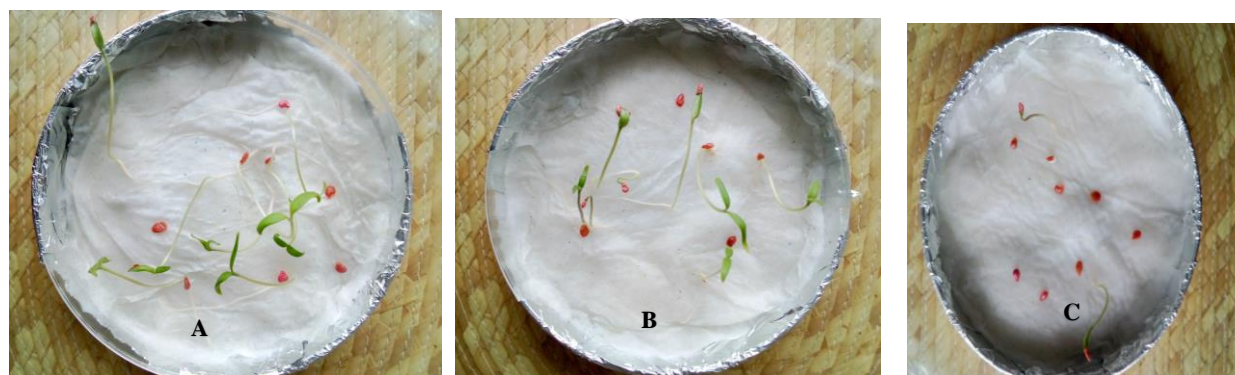


Figura 3. Comparativa del índice de germinación y crecimiento de las plántulas a los 7 días con A) fracción de la moringa y B) agua de coco verde y C) agua de coco maduro

Conclusiones

El presente trabajo demostró que la hoja de moringa es portadora de fitohormonas con actividad fitoreguladora importante como son giberelinas. Los bioensayos han servido para corroborar que lo que se está aislando con la ayuda

de estándares comerciales por cromatografía en capa fina, sino sabemos aún el que sean las mismas sustancias, si podemos sugerir que tienen la misma actividad reportada para estas fitohormonas. Así mismo, se corroboró la actividad de giberelinas en el endospermo líquido de coco, siendo el inmaduro donde al parecer existen mayor cantidad de estas, comparado con el del coco maduro. Queda como trabajo a futuro el identificar y cuantificar con la ayuda de técnicas como cromatografía líquida, las sustancias presentes en las fracciones que estamos evaluando.

Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación, podrían centrar su interés en la caracterización de los componentes activos del extracto crudo de la Moringa, siendo que de ellas se dicen muchos beneficios a la salud, sin que a la fecha exista un sustento científico que lo respalde.

Referencias

- Amador, K., Díaz, J., Loza, S., Bivián, E. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de las semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus (cactaceae)*. *Polibotánica*, núm. 35, febrero, pp. 109-131, 2013
- Anwar, F., Latif, S. Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res.* Jan;21(1):17-25. 2007
- Bañón, S. y Martínez, J. Control de crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales. Aplicación de fitoreguladores y técnicas alternativas. *Jardinería y Paisajismo*. pp. 50-57, 2011
- Calva, G. Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. *Revista Digital Universitaria*. Volumen 6 No. 11. Pp. 2-16, 2005
- Castillo, A. Propagación de plantas por cultivo in vitro: una tecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). 2004
- Corredoira, E., Janeiro, V.L. y San José, C.M. *Aplicación de técnicas de cultivo in vitro* en la propagación del aliso *con vistas a su conservación*. **Recursos Rurais** 7:49-57, 2011
- Gomez-Paleo, P.; Carrillo-Gutierrez, D., Garambullo-Peña, I y Covian-Nares, F. (2018). *Evaluación de la actividad fitoreguladora de auxinas y citocininas presentes en fracciones del extracto de moringa oleifera*. Academia Journals.
- Hicks, A. J. 2007. *Orchid seed germination media, a compendium of formulations*. The Orchid Seed Bank Project, Chandler, USA. 210 p
- Jordán, M. y Casaretto, J. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. En F.A. Squeo y L. Cardemil (Eds.). *Fisiología Vegetal*, 2006
- Ramírez, H. El uso de fitohormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación. Recuperado el 16 de febrero, 2016 de: http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio3/Ponencia_08.pdf, 2008
- Patiño, T. C., Mosquera G. (2011). *Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la equis Dracontium grayianum*. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 16, núm. 1, 2011, pp. 133-142
- Pichardo-Gonzales, J. Efecto de las giberelinas en el rendimiento del chile jalapeño. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 9. Num. 5: 925-934, 2018
- Sakakibara, H. Citocininas: actividad, biosíntesis y translocación (Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation). *Annual Review of Plant Biology*. 57:431-449, 2006
- Salgado, G. R. La propagación de plantas in vitro, un éxito biotecnológico. *Revista electrónica SaberMas*. 2015 <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/75-numero-10/153-la-propagacion-de-plantas-in-vitro-un-exito-biotecnologico.html>
- Yamaguchi, S. (2008). *Metabolismo de las giberelinas y su regulación (Gibberellin metabolism and its regulation)*. 59:225-251. *Annual Review of Plant Biology*
- Yong, J. W.; Ge, L.; Ng, Y. F.; y Tan, S. N. 2009. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules* 14:5144 – 5164
- Zaharah, S., Singh, Z., Symons, G. y Reid, J. Role of brassinosteroids, ethylene, abscisic acid and indole-3-acetic acid in mango fruit ripening. *Journal of Plant Growth Regulation* Volume 31, Issue 3, pp 363–372, 2012
- Zhao, Y. (2010). Biosíntesis de auxinas y su rol en el desarrollo de las plantas (Auxin biosynthesis and its role in plant development). 61:49-64. *Annual Review of Plant Biology*.

Estudio del perfil cinético de liberación del carvacrol solubilizado en el sistema gelificado F127/Agua

María Isabel Zamora González¹, Ana Gabriela López Villa², Dr. Edgar Benjamín Figueroa Ochoa³, Dr. César Ricardo Cortez Álvarez⁴, Dra. Jazmín del Rocío Soltero Sánchez⁵, Dra. Adriana Velarde Avalos⁶

Resumen— Los materiales poliméricos biodegradables y biocompatibles, capaces de solubilizar fármacos han despertado en investigación gran interés para desarrollo biofarmacéutico en medicamentos.

Objetivo: Determinar el perfil cinético de liberación del carvacrol solubilizado en un sistema gelificado F127/Agua en medio fisiológico, la determinación cuantitativa se realizó por espectroscopia UV-vis a 270nm, el perfil cinético de liberación se realizó en condiciones de inmersión de buffer PBS pH 7.4 a 37°C mediante modelo de difusión de Fick.

Resultados: Las soluciones presentan eficiencia de atrapamiento $\approx 100\%$, la carga de fármaco, eficiencia de atrapamiento y capacidad de solubilización/gramo de copolímero nos demuestran favorable compatibilidad fármaco - F127. El tiempo de liberación del 99% es de 143 horas, mostrando una cinética de liberación de primer orden.

Conclusiones: El empleo de polímeros presenta un potencial para desarrollar nuevas opciones terapéuticas que optimizan la biodisponibilidad, farmacocinética y farmacodinamia de fármacos, disminuyendo el número de administraciones empleadas mejorando eficacia.

Palabras clave— Carvacrol, perfil cinético de liberación, polímeros biocompatibles, pluronic F127.

Introducción

La administración local de medicamentos constituye un método seguro y eficiente mediante el cual se obtienen efectos terapéuticos superiores. Para esta vía de administración, los sistemas de liberación controlada de medicamentos van adquiriendo cada vez más importancia debido a las diversas ventajas que presentan, entre las que se encuentran una administración local del fármaco, mayor eficacia, evita segundas intervenciones y mayor control de la enfermedad. (Grenier y González, 1994)

La utilización de materiales poliméricos como soportes de fármacos para regular y dosificar su liberación en aplicaciones específicas es una perspectiva que ha adquirido gran interés en la comunidad científica. Los copolímeros tribloque, han sido ampliamente estudiados como plataformas de liberación controlada de fármacos debido a que son termogelificables, biocompatibles y biodegradables. (Cid, et al, 2013)

Los copolímeros anfífilicos con unidades hidrófilas de poli (óxido de etileno) (PEO) combinadas con diferentes tipos de bloques hidrofóbicos se autoensamblan en micelas nanoscópicas en solución acuosa diluida, y estas micelas pueden establecer interacciones mutuas a mayor concentraciones de copolímeros que conducen a la formación de agregados micelares y geles. (Figueroa, et al, 2016)

Los polímeros tribloque que combinan bloques de polióxido de etileno (PEO) y polióxido de propileno (PPO) en una estructura directa de $PEO_mPPO_nPEO_m$, o inversa, $PPO_nPEO_mPPO_n$, han sido los más estudiados como consecuencia de su disponibilidad comercial en un rango muy amplio de composiciones. (Figueroa, et al, 2016)

¹ María Isabel Zamora González. Alumna de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: isabelzamora216@gmail.com

² Ana Gabriela López Villa. Alumna de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: ana.lvilla@alumnos.udg.mx

³ Dr. Edgar Benjamín Figueroa Ochoa. Profesor investigador en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: ing.edgar.figueroa@hotmail.com. (**Autor corresponsal**).

⁴ Dr. Cesar Ricardo Cortez Álvarez. Profesor investigador en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: cesarqfb@hotmail.com.

⁵ Dra. Jazmín del Rocío Soltero Sánchez es profesor asociado en el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: jazmin.soltero@hotmail.com

⁶ Dra. Adriana Velarde Ávalos. Profesor investigador en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, Jalisco: adyvel61@hotmail.com

Los Pluronic® son una familia de copolímeros en bloques con una unidad central hidrófoba de polióxido de propileno rodeado por dos bloques hidrofílicos de polióxido de etileno. El copolímero tribloque Pluronic® F127 es un tensioactivo no iónico con una amplia gama de aplicaciones, cuyo peso molecular es de aproximadamente 12.0 kDa, está compuesto por un 70% de la parte hidrofílica, la longitud de los dos bloques de PEO es de 100 unidades de repetición, mientras que el bloque central de PPO es de 65 unidades de repetición. (Jiménez, 2014 y Zhang, et al, 2012)

Este copolímero es conocido como un "ingrediente inactivo" por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) para una variedad de productos farmacéuticos como soluciones orales, suspensiones, formulaciones para inhalación, formulaciones intravenosas (IV), oftálmicas o tópicas. Además, por sus propiedades termogelificables, biocompatibles y biodegradables son excipientes clasificados como 'generalmente reconocidos como seguros' (GRAS). (Rowe, et al, 2009)

Así es como se han diseñado sistemas de administración de fármacos por vía dérmica a base de F127, entre los que destacan los fármacos Endofloxacina, Pravastatina y Ciprofloxacina con el fin de fomentar, mejorar o retardar la permeación del fármaco a través de la piel. (Cid, et al., 2013, Castañeda, et al, 2015 y Briones, 2018). La liberación del fármaco desde esta matriz polimérica se debe a dos mecanismos 1) liberación erosional del principio activo a través de la matriz del polímero y a través de los poros durante la degradación de la matriz y 2) la liberación erosional del principio activo por la desintegración de la matriz en un medio acuoso y disolución después de que pierde su integridad, y las cadenas del polímero son degradadas a un tamaño menor para ser solubilizadas. (Dueñas, et al, 2016)

El Carvacrol (CVC) 5-isopropil-2-metilfenol, es el monoterpene fenólico mayoritario del aceite esencial de orégano, pero además se encuentra presente en otras plantas aromáticas y especias como el comino negro (*Nigella sativa L.*), y la mejorana (*Origanum majorana L.*). Junto con su isómero timol, el carvacrol es uno de los constituyentes de los aceites esenciales más estudiados. (Rodríguez, 2017)

Se han publicado estudios encaminados a elucidar los mecanismos de acción y efectos biológicos de carvacrol, sobre diferentes dianas de interés en química farmacéutica. Actualmente, ya existen composiciones farmacéuticas para uso en humanos y animales que contengan como agente activo el carvacrol las cuales están patentadas en España. (Müller, et al, 2016)

Es referido que el carvacrol tiene diferentes actividades biológicas tales como: antioxidantes, antimutagénicas, antígenotóxicas, antihepatotóxicas, hepatoprotectoras, antimicrobianas y antiinflamatorias. (Rodríguez, 2017)

La actividad antimicrobiana del carvacrol ha sido bastante extendida a bacterias patógenas gram negativas como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, entre otras, y las gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y, hongos como *Cándida spp.* El mecanismo de acción plantea que el carvacrol es capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias gram negativas, permitiendo la salida de lipopolisacáridos e incrementando la permeabilidad de la membrana citoplasmática, provocando con ello la salida del ATP, inhibición de la actividad de las ATPasas y disminución de la fuerza motriz del protón. (García, y Palou, 2008)

Por otra parte, la actividad antiinflamatoria de carvacrol ha sido evidenciada en estudios realizados tanto *In Vitro* como *In Vivo* (Landa, et al, 2009 y Hotta, et al, 2010). En el estudio *In vitro* realizado por Hotta, et al en 2010, se demostró el efecto dosis dependiente del carvacrol como un supresor importante de la expresión de COX-2 y la activación del PPAR α . (Hotta, et al, 2010)

Debido a las diversas propiedades mencionadas del Carvacrol, en especial su actividad antimicrobiana y antioxidante, y el aumento en el interés por el empleo de materiales biodegradables como sistemas de transporte de medicamentos con alta especificidad y actividad en el lugar de aplicación, sin efectos tóxicos, el propósito de este trabajo es estudiar el perfil cinético de liberación del carvacrol solubilizado en el sistema gelificado F127/agua. Con el fin de desarrollar productos terapéuticos a nanoescala con las capacidades de solubilizar grandes cantidades de compuestos bioactivos, para permitir su liberación de manera sostenida, mejorar su farmacocinética y farmacodinamia y facilitando el tratamiento a dichas enfermedades. (Bonnet, et al, 2019)

Descripción del Método

Preparación de las soluciones tipo gel

Se prepararon ocho soluciones acuosas tipo gel al 35% de pluronic F127, a cada una de ellas se le adicionó una cantidad determinada de 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150 y 200 mg de carvacrol (CVC) al 98% de pureza y densidad 0.977mg/cm^3 , obtenido de la casa comercial Sigma-Aldrich. Para cada solución tipo gel se pesaron 0.7g de pluronic F127 y se le añadió la cantidad de principio activo correspondiente, posteriormente se adicionó gota a gota y paulatinamente 1.3 mL de agua destilada para lograr la concentración establecida. El sistema formado se mantuvo en refrigeración a $4\text{ }^\circ\text{C}$ por una semana para lograr la homogenización de la solución tipo gel cargada con carvacrol.

Determinación del fármaco cargado

A cada solución tipo gel se le realizaron tres lavados con agua destilada, cada lavado se centrifugó por 3 minutos a 3000 rpm, el agua obtenida de los lavados fue recolectada y almacenada para su análisis. La cantidad de carvacrol cargada en la solución tipo gel, fue determinada mediante el diferencial del fármaco adicionado y el presente en el agua de lavado, utilizando la técnica analítica de espectrofotometría de absorción ultravioleta - visible (Espectrofotómetro UV-Vis, Evolution 220 Thermo Scientific) a la longitud de onda de 273 nm y utilizando la curva de calibración agua – carvacrol.

Cinética de Liberación

Para la cinética de liberación se utilizó el modelo de difusión de Fick (exponencial), introduciendo la solución tipo gel cargada con 100 mg de carvacrol en una membrana de diálisis de peso molecular de 3500 Da previamente hidratada. La membrana fue sumergidas en 500 mL del medio de liberación Buffer Fosfato Salino (PBS) a $\text{pH}=7.4$, a temperatura de $37\text{ }^\circ\text{C}$, con agitación constante de 10 rpm para mantener las condiciones de inmersión. Se tomaron alícuotas de 1 mL del medio de liberación a diferentes intervalos de tiempo durante 6 días, posteriormente se analizó la concentración fármaco liberado mediante la técnica de espectrofotometría de UV-vis, a una longitud de onda de 270 nm utilizando una curva de calibración PBS- carvacrol. El volumen extraído del medio de liberación se reemplazó con 1 mL de PBS fresco. Las mediciones se realizaron por triplicado.

Determinación de parámetros

La carga de fármaco ($D.L.$), la eficiencia de atrapamiento ($E.E. \%$) y la solubilidad del fármaco (S_{cp}) se calcularon mediante las siguiente ecuaciones:

$$D.L. \% = \frac{\text{Peso del fármaco en la solución tipo gel}}{\text{Peso del polímero} + \text{fármaco}} \times 100 \quad (1)$$

$$E. E. \% = \frac{\text{Peso del fármaco en la solución tipo gel}}{\text{Peso del fármaco alimentado}} \times 100 \quad (2)$$

$$S_{cp} = \frac{\text{Peso del fármaco en la solución tipo gel (mg)}}{\text{Peso del polímero (g)}} \times 100 \quad (3)$$

Resultados

Todas las soluciones tipo gel elaboradas, presentaron una eficiencia de atrapamiento cercano al 100 % por lo que se decide utilizar en el estudio de liberación de fármaco la solución tipo gel F127/Agua/100mgCVC.

Particularmente los parámetros carga de fármaco, eficiencia de atrapamiento y capacidad de solubilización para esta solución fueron de 12.50%, 99.995% y 142.85 mg carvacrol por gramo de copolímero, respectivamente. Lo cual es indicativo a que estos materiales son eficientes para ser utilización como plataformas terapéuticas, pues es favorable la compatibilidad entre el fármaco y el copolímero F127.

Los valores obtenidos mediante las ecuaciones 1 – 3, se muestran en el cuadro 1, en el cual es posible apreciar que la carga del fármaco y la solubilidad de fármaco van aumentando conforme se incrementa la cantidad de fármaco alimentado, mientras que la eficiencia de atrapamiento permanece prácticamente constante.

PEO₁₀₀PPO₆₅PEO₁₀₀

| F/C (%) | CVC Solubilizado (mg) | D.L. (%) | E.E. (%) | S _{cp} (mg g ⁻¹) |
|--------------|-----------------------|--------------|---------------|---------------------------------------|
| 1.43 | 9.9993 | 1.41 | 99.993 | 14.28 |
| 2.86 | 19.9987 | 2.78 | 99.993 | 28.57 |
| 5.71 | 39.9982 | 5.41 | 99.996 | 57.14 |
| 8.57 | 59.9970 | 7.89 | 99.995 | 85.71 |
| 11.43 | 79.9957 | 10.26 | 99.995 | 114.28 |
| 14.29 | 99.9947 | 12.50 | 99.995 | 142.85 |
| 21.43 | 149.9907 | 17.65 | 99.994 | 214.27 |
| 28.57 | 199.9947 | 22.22 | 99.997 | 285.71 |

F/C- Relación fármaco con copolímero
 CVC- Carvacrol
 PEO₁₀₀PPO₆₅PEO₁₀₀ - Estructura del copolímero F127

Cuadro 1. Parámetros obtenidos de la solubilización del carvacrol en la solución tipo gel del sistema F127/Agua.

El medio de liberación Buffer Fosfato Salino (PBS) a pH=7.4, a temperatura de 37 °C con agitación constante favoreció la liberación del carvacrol, aproximadamente el 26 % de CVC fue liberado al medio durante las primeras 24 horas. La vida media del proceso de liberación fue aproximadamente a las 46 horas del inicio de la cinética. Posteriormente, el perfil de liberación mostró un comportamiento paulatino hasta las 143 horas donde se obtuvo una liberación del 99%. El perfil cinético de liberación del sistema estudiado se presenta en la figura 1, los puntos color negro representan los valores experimentales del carvacrol, mientras que el ajuste exponencial de la cinética de liberación in vitro se representa mediante la línea roja continua.

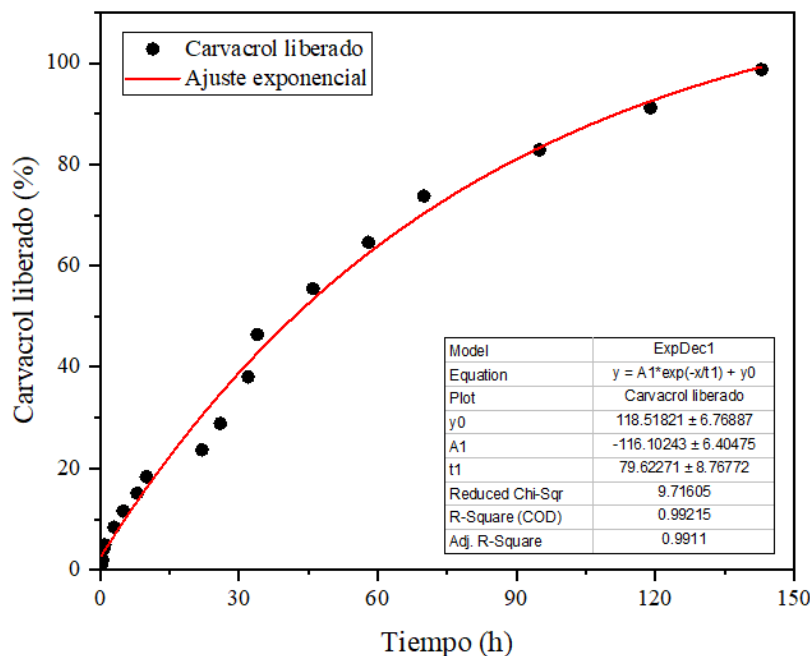


Figura 1. Perfil cinético de liberación del Carvacrol en el medio de inmersión PBS a pH= 7.4 y 37°C.

Conclusiones

La solubilización de fármacos hidrofóbicos como el carvacrol en las redes del gel formado por el copolímero tribloque F127, confirma que estos materiales biodegradables y biocompatibles son capaces de generar una plataforma terapéutica que puede ser utilizada como depósito de principios activos para optimizar la farmacocinética y la farmacodinámica por vía dérmica, estos materiales son eficaces para mantener una liberación controlada en la administración tópica, o en distintas aplicaciones farmacéuticas.

Los valores obtenidos para la carga del fármaco, la eficiencia de atrapamiento y el perfil cinético de liberación, demuestran que estos materiales generan una plataforma terapéutica capaz de solubilizar el fármaco carvacrol y obtener una liberación controlada, cuyas principales ventajas es la optimización de la biodisponibilidad, farmacocinética y farmacodinamia de fármacos, disminuyendo el número de administraciones empleadas mejorando eficacia, teniendo gran importancia en las infecciones bacterianas, en las cuales puede aumentar la gravedad de la patología; y, en los procesos inflamatorios que el objetivo principal es disminuir los signos, mejorando el cuadro clínico.

Referencias

- Bonnet, L. R., Mendoza Magaña, M. L., Cortez Álvarez, C. R., Figueroa Ochoa, E. B., Nery Flores, S. D., Ramírez Herrera, M. A., "Propiedades fisicoquímicas de polímeros biocompatibles empleados como sistemas de liberación controlada de moléculas con actividad farmacológica y su aplicación en modelos biológicos," *Revista de la Realidad Global* (en línea) Vol. 8, No. 1, 2019, consultada por Internet el día 01 de octubre del 2019. Dirección de Internet: Journals.com
- Brones Nieva, C. A.; Villegas, M.; Cid, A. G.; Gonzo, E. E.; Arias, J.; Bermúdez, J. M. "Desarrollo de films basados en polímeros recombinantes como sistemas para la liberación controlada de ciprofloxacina," *IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*, 2018
- Castañeda, S. P., Guadarrama, O. R., Escobar, J., Melgoza, L. M., López, R., Revilla, A., "Liberación de pravastatina sódica formulada en matrices poliméricas a base de Quitosan/Pluronic F-127," *Revista Cubana de Farmacia*, Vol. 49, No. 1, 2015.
- Cid, A. G., Bermudez, J.M., Romero, A. I., Santiago, P., "Evaluación de una plataforma polimérica termosensible para la liberación controlada de enrofloxacin," *Asociación Argentina de Ingenieros Químicos – CSPQ*, 2013.
- Dueñas S. I., Orozco, L. M., Contreras, M., Zapata, J., Arenas, M., "Dispositivos para la liberación controlada de fármacos," *Jóvenes en la ciencia, Revista de Divulgación Científica*, Vol. 2, No. 1, 2016.
- Dueñas Vera Sergio Ivan (1), Orozco Castellanos Luis Manuel (2), Martha Citlalli Contreras Romo (3), Zapata Morales Juan Ramón (4), Arenas López Mario Ivan (5)
- Figueroa Ochoa, E. B., Villar Álvarez, E. M., Cambón, A., Mistry, D., Llovo, J., Attwood, D., Barbosa, S., Soltero, A., Taboada, P., "Lengthy reverse poly(butylene oxide)-poly(ethylene oxide)-poly(butylene oxide) polymeric micelles and gels for sustained release of antifungal drugs" *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 510, 17 – 29, 2016.
- García, R.M., y Palou, E. "Mecanismo de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos," *Universidad de las Américas*, Puebla, 2008.
- Grenier L. y González R. "Sistemas biomaterial-droga para la liberación controlada de antibióticos," *Revista Biomédica*, Vol.14, 1994.
- Hotta, M., Nakata, R., Katsukawa, M., Hori, K., Takahashi, S., Inoue, H., "Carvacrol, a component of thyme oil, activates PPAR α and γ and suppresses COX-2 expression[S]," *Journal Lipid Research*, Vol. 51, No. 1, 2010.
- Jimenez, I, "Hidrogeles termosensibles y fotopolimerizables derivados de Pluronic® para aplicaciones biomédicas" *Universidad de Zaragoza*, 2014.
- Landa P., Kokoska, L., Pribylova, M., Vanek T., "In vitro anti-inflammatory activity of carvacrol: Inhibitory effect on COX-2 catalyzed prostaglandin E-2 biosynthesis," *Archives of Pharmacal Research* Vol. 32 No.1, 2009
- Müller, G., Espinoza, Z. C., Soto, D.E., "THC y Carvacrol son compuestos activos de la marihuana y el orégano común, respectivamente, y tienen usos farmacéuticos y/o industriales," *ResearchGate*, 2016.
- Rodríguez, L. "Estudio de los parámetros fisicoquímicos de los complejos de timol, carvacrol y linalol en ciclodextrinas y evaluación del efecto de la complejación en su actividad antimicrobiana," *Universidad Católica de Murcia*, 2017.
- Rowe, R. C., Sheskey P. J., Quinn, M. "Handbook of pharmaceutical excipients," 6ta edición, *Pharmaceutical Press*, London, 2009.

Zhang, W., Gilstrap, K., Wu, L., Moss, M.A., Wang, Q., Lu, X., He X., "Synthesis and Characterization of Thermally Responsive Pluronic F127/Chitosan Nanocapsules for Controlled Release and Intracellular Delivery of Small Molecules," *American Chemical Society*, Vol. 30, No. 20, 2012.

CORRELACIONES ENTRE CONTENIDO DE CLOROFILA Y NDVI CON LAS FRACCIONES DE FORRAJE DE TRIGOS SIN ARISTAS EN TRES ETAPAS

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa^{*1}, MP. María Alejandra Torres Tapia¹, MC. Modesto Colín Rico¹, TLQ. Martha Alicia Jaramillo Sánchez¹, Dr. Humberto de León Castillo¹, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez¹

Resumen- El contenido de clorofila y el NDVI se han reportados asociadas a mayor producción de materia seca en varios cultivos incluyendo al trigo. Se estudió la asociación de éstas variables con la producción de forraje seco y sus fracciones en 22 trigos forrajeros y tres testigos comerciales durante dos años y tres etapas de desarrollo (75, 90 y 105 días después de la siembra), utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tallos representaron el 49.7% del forraje seco total, hojas el 48% y espigas un 12.3%. La mayor producción se obtuvo en el segundo año de evaluación y en el tercer muestreo. La correlación entre el NDVI y el peso seco de hojas se mantuvo significativamente a través de los años y muestreos, por lo que el NDVI pudiera utilizarse para la estimación de la producción de dicho componente, pero no de la producción total en estos genotipos.

Palabras clave: Fracciones de forraje, NDVI, Clorofila, Correlaciones, Trigo forrajero.

Introducción

En el Norte de nuestro País durante el ciclo otoño- invierno se presentan frecuentes heladas, disminuyendo la disponibilidad de forraje para la ganadería, ya que la avena entra en dormancia y otros cultivos no prosperan, por lo que los cereales de invierno representan importantes alternativas para la producción de forraje que ayuden a sostener la producción lechera, estos cultivos poseen tolerancia a heladas durante el desarrollo vegetativo y su uso se ha extendido en los últimos años, utilizándolos en pastoreo, verdeo, henificado, picado y ensilado. (Hughes et al. 1974; Flores et al., 1984 y Colín et al., 2004).

Adicional a lo expresado en el párrafo anterior, en esta región semiárida del país, ocurren también altas evaporaciones durante la primavera y verano, y una opción para evitar la pérdida del recurso hídrico por este medio es realizando siembras en invierno, lo cual favorece aún más el uso de cereales y/o leguminosas para satisfacer la demanda de forraje con adecuada calidad. Se ha propuesto que un trigo, triticale o cebada para forraje deberá ser de barba suave o preferentemente imberbe, de espiga cubierta (Flores, 1977), lo cual permitirá extender el periodo de cosecha hasta grano lechoso-masoso o etapas posteriores, sin representar un riesgo al animal. La avena por su tipo de inflorescencia, no presenta esta desventaja de las especies citadas, quizá por ello es el cereal que más se utiliza en la producción de forraje invernal.

Los cereales presentan características que los hacen especialmente útiles para forraje, ya que producen altos rendimientos y son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono, (Cherney y Marten, 1982; Cash et al., 2004), se les ha clasificado como un recurso forrajero de buena calidad (Hart *et al.*, 1971; Juskiw *et al.*, 2000) y las hojas y espigas presentan por lo general mayor digestibilidad y proteína que los tallos (Baron y Kibite, 1987) y por lo tanto pueden contener mayor calidad forrajera, razón por la cual es importante conocer el aporte de dichas fracciones.

Como apoyo en la selección de nuevos genotipos con características deseables, se ha popularizado el empleo de sensores infrarrojos para determinar la presencia y condición de la vegetación mediante el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI) y los contenidos de clorofila en la planta, relacionando altos valores del NDVI con la biomasa producida (Cabrera-Bosquet *et al.*, 2011; Pask *et al.*, 2012; Perry *et al.*, 2012).

El Programa de Cereales de la UAAAN ha desarrollado nuevos genotipos imberbes de trigo en los cuales se ha estudiado el aporte nutrimental de las fracciones que componen el forraje, sin embargo se desconoce la relación

¹ Académicos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro #1923, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315. Tel. y fax (844)4110220

* Autor correspondiente. E-mail: victor.zamora@uaaan.edu.mx Tel. (844)4110254 y 60

que existe entre estos componentes de rendimiento y el NDVI con el contenido de clorofila. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar la producción de materia seca y sus fracciones (hojas, tallos y espigas) en líneas imberbes de trigo en comparación con testigos de diferente especie, determinar el valor del NDVI al momento del corte, así como el contenido de clorofila y estudiar las relaciones existentes entre ellas, bajo la hipótesis que los parámetros obtenidos mediante sensores infrarrojos están relacionados positivamente con el rendimiento de materia seca y por ende con alguna de sus fracciones.

Materiales y Métodos

Veintidos líneas avanzadas de trigo forrajero imberbe desarrolladas por el Programa de Cereales de la UAAAN y las variedades comerciales: Avena cv. Cuahtémoc, Triticale cv. Eronga-83, Cebada forrajera imberbe (cv. GABYAN 95) fueron evaluadas durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2017-2018 y 2018-2019, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Zaragoza, Coahuila, mediante un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno en las regiones donde se siembra bajo condiciones de riego, sembrándose en seco, manualmente, a una densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹, aplicando 60 unidades de nitrógeno usando urea como fuente, más 80 unidades de fósforo utilizando Fosfato Monoamónico (MAP) para suplir dicho nutriente; en el primer riego de auxilio se aplicó otras 60 unidades más de nitrógeno con la misma fuente. Las malezas se controlaron manualmente, y no se aplicó ningún insecticida o fungicida. A los 75 días después del riego de siembra (dds) se realizó un primer muestreo de forraje y se realizaron dos muestreos más a los 90 y 105 dds. La lámina total aproximada durante el ciclo del cultivo fue de 40 cm.

La parcela experimental constó de 6.3 m² (6 hileras de 3 m de longitud a 0.35 m entre hileras), muestreando 50 cm de una de las hileras con competencia completa, cortando manualmente el forraje a una altura aproximada de 5 cm sobre la superficie del suelo. Al momento del corte se registraron los valores del Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI) y se determinó el contenido de clorofila (CLORO) como promedio de 10 lecturas en la parcela útil; el forraje verde se secó en un asoleadero techado hasta alcanzar peso constante y entonces se determinó la producción de materia seca o forraje seco en t ha⁻¹ (PSTOT), separando el forraje en sus componentes: hojas (PSH), tallos (PST) y espigas (PSE).

Los datos se analizaron como parcelas subdivididas considerando como parcela grande los años de evaluación, parcela mediana los muestreos realizados y parcela chica a los genotipos evaluados, comparando los promedios con la prueba de DMS. Con los valores medios de las variables en cada muestreo se realizaron las correlaciones fenotípicas entre pares de variables para estimar su asociación.

Resultados y Discusión

Los análisis de varianza mostraron que entre los años de evaluación hubo diferencias altamente significativas para el forraje seco total (PST), peso seco de tallos (PST), peso seco de hojas (PSH) y contenido de clorofila (CLORO); en el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) solo hubo diferencias significativas de un año a otro y no se encontraron diferencias significativas entre los años para el peso seco de espigas (PSE), tal como aparece en el Cuadro 1.

Entre los muestreos realizados a los 75, 90 y 105 días después de la siembra, se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables evaluadas. Lo cual demuestra la importancia que tienen las fechas posibles para cosechar el forraje en estos materiales y el efecto que imponen sobre la acumulación de materia seca en los genotipos evaluados y variables como el NDVI y contenido de clorofila (CLORO). Se resalta el hecho de que en dicha variable la varianza provocada por los muestreos fue inferior a la provocada por los años de evaluación.

La interacción años*muestreos solo reportó diferencias significativas para CLORO y altamente significativas en el peso seco de tallos, sugiriendo que el peso seco de tallos y la clorofila son más susceptibles a las fluctuaciones ocasionadas por dicha interacción. Entre los genotipos evaluados hubo diferencias altamente significativas en todas las variables evaluadas, evidenciando la variabilidad existente y posibilitando la selección del o los mejores genotipos para la producción de forraje.

La interacción genotipos*años mostró diferencias altamente significativas en PST, PSH y el NDVI, mientras que entre PSTOT, PSE y CLORO solo hubo diferencias significativas, indicando el comportamiento diferencial de los genotipos en los años evaluados; en tanto que la interacción muestreos*genotipos solamente encontró diferencias altamente significativas en PSE, PSH, NDVI y CLORO. Esto sugiere que los genotipos mostraron un comportamiento productivo similar a través de los muestreos y que la fracción de forraje debida a los tallos se comportó de forma similar. Finalmente la triple interacción de los genotipos*muestreos*años solo fue altamente significativa para la variable CLORO, indicando que es una variable que fácilmente es modificada por las condiciones ambientales y el tiempo transcurrido en el desarrollo de los genotipos.

Cuadro 1.- Cuadrados medios y significancia para las variables evaluadas, obtenidos mediante el análisis de varianza como parcelas subdivididas.

| F.V. | G.L | PSTOT | PST | PSE | PSH | NDVI | CLORO |
|---------------|-----|-----------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| AÑOS (A) | 1 | 428.05** | 252.54** | 0.23 | 18.60** | 0.36* | 2273.09** |
| REP/AÑOS | 4 | 1.12 | 0.55 | 0.06 | 0.26 | 0.02 | 51.02 |
| MUESTREOS (M) | 2 | 1330.14** | 411.09** | 144.76** | 25.82** | 0.95** | 379.22** |
| A*M | 2 | 6.93 | 12.08** | 0.27 | 1.63 | 0.01 | 174.50* |
| M*REP/A | 8 | 1.75 | 0.66 | 0.13 | 0.42 | 0.01 | 24.01 |
| GENOTIPOS (G) | 24 | 7.25** | 3.39** | 1.18** | 1.32** | 0.01** | 193.72** |
| G*A | 24 | 2.03* | 0.77** | 0.12* | 0.48** | 0.004** | 6.13* |
| M*G | 48 | 1.32 | 0.59 | 0.40** | 0.31** | 0.004** | 9.00** |
| M*G*A | 48 | 1.15 | 0.47 | 0.10 | 0.17 | 0.001 | 8.82** |
| ERROR EXP. | 288 | 1.12 | 0.42 | 0.08 | 0.17 | 0.002 | 3.83 |

La comparación de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) mostró que de los años evaluados, en forma general el segundo año (ciclo O-I , 2018-2019) fue el más productivo y de mayor NDVI, pero con menores contenidos de clorofila. Entre los muestreos, el patrón productivo fue muy evidente con mayores producciones totales y de los componentes en el tercer muestreo, seguido por el segundo y finalmente el primero, pero con una disminución del NDVI conforme se avanzaba en la realización de los muestreos, lo cual simplemente refleja la pérdida de color verde conforme los genotipos avanzan hacia su madurez. El contenido de clorofila no siguió el mismo patrón del NDVI, ya que se registraron los mayores contenidos en el segundo muestreo, seguido por el tercero y los menores contenidos en el primer muestreo (tal como se aprecia en el Cuadro 2). Este comportamiento sugiere que alrededor de los 90 dds se presenta el pico máximo de contenido de clorofila, posiblemente debido a que se inicia la demanda de fotoasimilados para el llenado de grano. La media general a través de años y muestreos de la producción de forraje seco se ubicó en las 6.04 toneladas por hectárea, donde los tallos aportaron un 49.7%, espigas un 12.4% y las hojas un 38%.

Cuadro 2.- Resultados de la prueba de comparación de medias entre años y muestreos, así como la media general obtenida en las variables evaluadas.

| | PSTOT | PST | PSE | PSH | NDVI | CLORO |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Año 1 | 5.06B | 2.25B | 0.72A | 2.09B | 0.72B | 46.11A |
| Año 2 | 7.01A | 3.75A | 0.77A | 2.49A | 0.77A | 41.61B |
| Muestreo 1 | 3.15C | 1.33C | 0.00C | 1.82C | 0.80A | 42.07C |
| Muestreo 2 | 5.86B | 3.02B | 0.38B | 2.46B | 0.78B | 45.11A |
| Muestreo 3 | 9.01A | 4.64A | 1.86A | 2.60A | 0.65C | 44.40B |
| Media general | 6.04 | 3.00 | 0.75 | 2.29 | 0.74 | 43.86 |

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

La mayor producción de forraje seco total se obtuvo con la cebada GABYAN95 que se ubicó en el primer grupo de significancia junto con el trigo AN-241-13. En esta variable se formaron hasta diez grupos de significancia, donde la avena se ubicó en el último junto con siete trigos forrajeros, tal como se aprecia en el Cuadro 3. Si se seleccionan genotipos con más de 6 toneladas por hectárea (media general) se seleccionarían al menos 10

trigos forrajeros que superan la producción que se puede obtener con la avena, demostrando así la existencia de genotipos de trigo que pueden sustituir a la avena en la producción de forraje seco para el área de estudio.

Cuadro 3.- resultados de la comparación de medias para la producción de forraje seco total de los genotipos evaluados.

| Genotipo | Media (t ha ⁻¹) | Grupo estadístico |
|------------|-----------------------------|-------------------|
| GABYAN95 | 7.59 | A |
| AN- 241-13 | 7.02 | AB |
| AN-229-09 | 6.85 | BC |
| AN-409-13 | 6.70 | BC |
| AN-228-09 | 6.68 | BC |
| AN-268-99 | 6.43 | BCD |
| AN-263-99 | 6.42 | BCDE |
| AN-217-09 | 6.36 | BCDE |
| AN-310-13 | 6.31 | CDE |
| AN-7-09 | 6.22 | CDEF |
| AN-246-13 | 6.19 | CDEFG |
| AN-220-09 | 5.98 | DEFGH |
| AN-244-99 | 5.95 | DEFGH |
| ERONGA 83 | 5.88 | DEFGH |
| AN-236-99 | 5.86 | DEFGH |
| AN-222-09 | 5.76 | DEFGHI |
| AN-221-09 | 5.72 | EFGHI |
| AN-264-09 | 5.56 | FGHIJ |
| AN-216-09 | 5.56 | FGHIJ |
| AN-209-09 | 5.55 | FGHIJ |
| AN-218-09 | 5.52 | GHIJ |
| AN-267-99 | 5.45 | HIJ |
| AN-249-99 | 5.30 | HIJ |
| AN-326-09 | 5.12 | IJ |
| AVENA | 4.89 | J |

Genotipos con la misma literal son estadísticamente iguales (DMS al 0.005 de probabilidad)

Debido a que los muestreos fue el factor que más varianza provocó en el análisis, se realizaron las correlaciones por pares de variables a través de los dos años de estudio, así en el Cuadro 4 se aprecian que correlaciones resultaron significativas (*), altamente significativas (**), y si fueron negativas (-) o positivas. Resalta la correlación positiva y altamente significativa entre el rendimiento de forraje seco total (PSTOT) y el peso seco de los tallos (r=0.92), seguida por la obtenida del PSTOT con el peso seco de hojas, posiblemente debido a que en esta etapa (75 dds) son los únicos componentes del forraje, dado que la espiga aún no se empieza a llenar. El NDVI se asoció positivamente (r=0.63) con el peso seco de hojas (PSH) y el PSTOT, mientras que el contenido de clorofila solamente se asoció de manera negativa con el NDVI.

Cuadro 4 .- Correlaciones fenotípicas entre pares de variables en el primer muestreo.

| | PSTOT | PST | PSE | PSH | NDVI | COLORO |
|--------|-------|--------|------|--------|--------|---------|
| PSTOT | 1 | 0.92** | ---- | 0.73** | 0.41* | -0.25 |
| PST | | 1 | ---- | 0.39 | 0.18 | -0.16 |
| PSE | | | 1 | ---- | ---- | ---- |
| PSH | | | | 1 | 0.63** | -0.30 |
| NDVI | | | | | 1 | -0.70** |
| COLORO | | | | | | 1 |

*,**= significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Al obtener las correlaciones a los 90 dds, el PSTOT mantuvo su asociación de forma positiva y altamente significativa con PST y se correlacionó con el peso seco de espigas (PSE), componente que empieza a aportar mayor materia seca en tanto que la de hojas disminuye, acorde a la correlación encontrada ($r=-0.58$), tal como se aprecia en el Cuadro 5. El NDVI mantuvo en este muestreo su correlación con el PSH de forma positiva y altamente significativa ($r=0.65$). El contenido de clorofila (CLORO) mantuvo también su relación negativa con el NDVI como se detectó en el muestreo anterior y se asoció negativa y significativamente con el PSH ($r=-0.45$) en esta etapa.

Cuadro 5 .- Correlaciones fenotípicas entre pares de variables en el segundo muestreo.

| | PSTOT | PST | PSE | PSH | NDVI | CLORO |
|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| PSTOT | 1 | 0.95** | 0.60** | 0.19 | 0.19 | -0.09 |
| PST | | 1 | 0.57** | 0.05 | 0.21 | -0.14 |
| PSE | | | 1 | -0.58** | -0.48* | 0.41 |
| PSH | | | | 1 | 0.65** | -0.45* |
| NDVI | | | | | 1 | -0.53** |
| CLORO | | | | | | 1 |

*,**= significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente

Las correlaciones a los 105 dds (Cuadro 6), mantuvieron las asociaciones declaradas en el muestreo anterior excepto aquellas entre NDVI con el PSE y entre CLORO con PSH. Vale la pena resaltar que a través de los tres muestreos realizados se mantuvo la asociación positiva entre el PSTOT con el PST, así como entre el NDVI con el PSH y negativamente entre el NDVI y CLORO.

Cuadro 6 .- Correlaciones fenotípicas entre pares de variables en el tercer muestreo.

| | PSTOT | PST | PSE | PSH | NDVI | CLORO |
|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| PSTOT | 1 | 0.96** | 0.67** | 0.07 | -0.01 | 0.10 |
| PST | | 1 | 0.73** | -0.12 | -0.12 | 0.03 |
| PSE | | | 1 | -0.64** | -0.26 | 0.08 |
| PSH | | | | 1 | 0.44* | 0.11 |
| NDVI | | | | | 1 | 0.31 |
| CLORO | | | | | | 1 |

*,**= significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente

Al considerar los resultados de las correlaciones realizadas en los tres muestreos se pudo establecer que: la asociación entre PST y PSTOT se mantiene a través del tiempo de estudio, PSH solo se asocia al PSTOT antes del llenado de grano, una vez que éste inicia, el PSE se asocia positivamente con el PSTOT. Esta relación se interpreta como evidencia del desarrollo fenológico del cultivo, ya que se avanza en madurez, se incrementa el peso de las espigas y disminuye el de las hojas (esto último evidenciado por la correlación negativa entre PSH y PSE en los dos muestreos finales). Respecto a los parámetros medidos mediante el infrarrojo se puede establecer que el NDVI se asoció positiva y significativamente con el PSH a través de los muestreos y que solamente se asoció positiva y significativamente con el PSTOT en el muestreo inicial, difiriendo en los dos restantes con los reportes donde se asocia positivamente con la biomasa producida.

Por su parte el contenido de clorofila (CLORO) solo mantuvo su asociación con el NDVI a través de los primeros dos muestreos y en el tercero no fue significativa. Solo en el segundo muestreo se asoció negativamente CLORO con el PSH, sugiriendo (como se mencionó en la prueba de medias de los muestreos) que en esta etapa se tiene la mayor actividad fotosintética para llenar el grano en formación y posiblemente inicia la translocación de asimilados, reflejándose en menor peso de hojas.

Conclusiones

Con base en los resultados se concluye que: la producción de forraje de los genotipos estudiados se vio afectada por el efecto de los años de evaluación así como por los muestreos realizados. Entre los genotipos existen trigos forrajeros que representan una opción viable para sustituir a la avena en los esquemas productivos del área de

estudio. La fracción de forraje que más aporta a la producción son los tallos, seguidos por las hojas y espigas. Por las asociaciones entre el NDVI y el peso seco de hojas, pudiera utilizarse éste parámetro para la estimación del PSH en los trigos forrajeros evaluados.

Literatura citada

- Baron, V.S. and Kibite S. "Relationships of maturity, height and morphological traits with whole-plant yield and digestibility of barley cultivars". *Can J Plant Sci.*, Vol. 67, 1987, 1009-1017.
- Cash, S. D., L. M.M. Staber, D.M. Wichman and P. F. Hensleigh. "Forage yield, quality and nitrate concentration of barley grown under irrigation". 2004. Montana State University
- Cherney, J.H. and G.C. Marten. "Small grain crop forage potential: I. Biological and Chemical determinants of quality, and yield". *Crop. Sci.* Vol. 22, 1982, 227-231.
- Cabrera-Bosquet, L., Molero G., Stellaci A., Bort J. Nogués S. y Araus J. "NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions". *Cereal Research Communications*. Vol.39, Num. 1, 2011, 147-159.
- Colín, R. M., A. J. Lozano, G. Martínez, V. M. Zamora, J. T. Santana y V. M. Méndez. "Producción de materia seca de líneas de cebada forrajera imberbe en cuatro ambientes y correlaciones entre algunos componentes del rendimiento de forraje". *Resultados de investigación 2003*. UAAAN, 2004, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Flores, M. J. A. "Bromatología animal". Edición Limusa. 1977, México.
- Flores, L. A., G. Lizarraga del C., y F. J. Peñuri, M. "Evaluación en la producción de forraje, valor nutritivo y calidad de ensilaje en diferentes especies de cereales". *Técnica pecuaria en México*. 1984, suplemento 11.
- Hart, H. R., G. E. Carlson and D. E. McCloud. "Cumulative effects of cutting management of forage yields and tiller densities of tall fescue and orchard grass". *Agron. J.* Vol. 63, Num. 4, 1971, 895-898
- Hughes, H. D., M. E. Heath y D. S. Metcalfe. "Forrajes", Ed. CECSA, 1974, México p. 343-373.
- Juskiw, P.E., J.H. Helm and D.F. Salmon. "Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small grain cereals". *Crop Sci.* Vol. 40, 2000, 138-147.
- Jhonson, R.A. and Wichern D.W. "Applied multivariate statistical analysis". Second edition. 1988, Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall; 607 p.
- Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. and Reynolds, M.P. (Eds.), "Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping.", 2012, México, D.F.:CIMMYT.
- Perry, E.M., Fitzgerald, G.J., Poole, N., Craig, S. and A. Whitlock. "NDVI from active optical sensors as a measure of canopy cover and biomass". XXII ISPRS Congress. 25 august-01 september 2012. Vol. 39, Num. B8, 2012, 317-319. Melbourne, Australia.

EVALUACIÓN DE UNA PELÍCULA PROTECTORA ADICIONADA CON EXTRACTOS DE *Leonotis nepetifolia* PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS EN FRUTOS DE AGUACATE

Samara Zamudio López¹, Diana Patricia Solís Avilés², M.C. José Diego Bárcenas Torres³, M.C. Christian Omar Martínez Cámara⁴ y Fernando Covián Nares⁵

Resumen—Con el propósito de extender la vida de anaquel de frutos de aguacate, películas elaboradas con quitosano y adicionadas con extractos de *Leonotis nepetifolia* fueron elaboradas y evaluadas. Se estudió la actividad antifúngica de extractos metanólicos y etanólicos contra los hongos *Colletotrichum gloeosporioides* y *Colletotrichum acutatum*, considerados como principales agentes causales de la antracnosis, enfermedad de los frutos de aguacate durante postcosecha. Los aceites esenciales obtenidos lograron reducir la actividad de *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* hasta en un 91 y 100%, respectivamente. Adicionalmente, se corroboró la presencia de terpenos en el aceite esencial de la planta, compuestos a los que se le atribuye la capacidad antimicrobiana. A pesar de que los resultados obtenidos permiten proponer a la película como una alternativa al uso químico de pesticidas, aún son necesarios estudios que demuestren su viabilidad en la aplicación masiva, asegurando una disminución en la resistencia de los hongos.

Palabras clave— Película protectora, aguacate, control de antracnosis, terpenos, *Leonotis nepetifolia*.

Introducción

El aguacate es un fruto de importancia agrícola en México. Cerca de 260,000 ton son exportadas anualmente, siendo Michoacán el principal productor a nivel mundial (Montero Tavera et al., 2010). El denominado oro verde, es un producto que con frecuencia es atacado por hongos del género *Colletotrichum spp.*, ocasionando antracnosis. Si bien es sabido que es el hongo *C. gloeosporioides* el principal patógeno que afecta a frutos de aguacate, también se ha registrado la acción de *C. acutatum* en menor medida (Everett, 2003). Esta enfermedad representa una de las mayores pérdidas postcosecha, pues se estima que cerca del 20% de la producción se ve afectada por ella (Rodríguez-López y cols., 2013; Tesfay & Magwaza, 2017). En respuesta a dicha problemática, se ha optado por desarrollar diferentes métodos de control químicos; sin embargo, la creciente preocupación por los problemas de salud y medioambientales que acarrea este tipo de control, ha orillado a investigadores a proponer nuevos métodos.

La elaboración de películas a base de ceras naturales, polisacáridos y proteínas permite proteger al fruto formando un envase ideal desde un punto de vista medioambiental (Antunes & Cavaco, 2010). Además, la adición de aceites esenciales de especies vegetales, les confieren actividad pesticida a estas películas, atribuida a la presencia de metabolitos secundarios (Figueroa y cols., 2018; Koul & Dhaliwal, 2008; Tzortzakis & Economakis, 2007).

L. nepetifolia es una planta originaria de África, no obstante, a lo largo de los años ha sido capaz de distribuirse en países cercanos al Ecuador y los trópicos (Gill & Conway, 2009). Esta especie comúnmente se conoce como bola del rey o vela de navidad en países del continente americano como México; y como Bastón de San Francisco, cola de león, oreja de león o Klip dagga en otros países. Su alto contenido en metabolitos secundarios le permite ser capaz de inhibir el crecimiento microbiano de diferentes especies, tanto de bacterias como de hongos (Veerabadran y cols., 2013).

El uso de extractos de esta planta en la elaboración de películas protectoras podría significar una alternativa al uso de tratamientos químicos que representan un riesgo a la salud y al ambiente. Esta investigación tiene como propósito la evaluación de una película adicionada con extractos etanólicos y metanólicos de *L. nepetifolia* que permita detener el crecimiento de hongos para el control de antracnosis en frutos de aguacate, y con ello alargar su vida de

¹ Samara Zamudio López es Estudiante de noveno semestre de Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia Michoacán. Samara.zamudio@gmail.com

² Diana Patricia Solís Avilés es Estudiante de noveno semestre de Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia Michoacán. Patysolis47@gmail.com

³ M.C. José Diego Bárcenas Torres Nares es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán, México. jdiegobt@hotmail.com

⁴ M.C. Christian Omar Martínez Cámara es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, Michoacán, México. come@itmorelia.edu.mx

⁵ D.C. José Fernando Covián Nares es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, Michoacán, México. fernandofemto@yahoo.com

almacén. Así mismo, se pretende dar un valor agregado a esta especie vegetal, ya que ésta, al ser una planta considerada invasora, representa un riesgo en los ecosistemas nativos de la región.

Descripción del Método

*Evaluación en medio sólido de la actividad antifúngica de extractos crudos de *L. nepetifolia**

Las plantas utilizadas para este estudio fueron recolectadas en la población de Tarímbaro, Michoacán de Ocampo. De las plantas se recuperaron las hojas y se procedió a secarlas a temperatura ambiente durante 72 horas. Para la extracción se colectó 40 gr de material seco, el cual fue triturado. Al material seco y triturado se agregó 400 ml del solvente, para mantener una proporción al 10% (p/v). El macerado se mantuvo en reposo durante 24 h a una temperatura de 4 °C. Por último, se realizó un filtrado simple con la finalidad de retener sólidos y se procedió a eliminar el disolvente mediante rota- evaporación a una temperatura de 64 y 72°C, para el extracto metanólico y etanólico respectivamente.

La actividad antifúngica se probó empleando dos aislados: *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*. Se preparó medio de cultivo Dextrosa- Papa (PDA por sus siglas en inglés) y fue modificado añadiendo 200 µl de extracto. El medio modificado se colocó en cajas petri estériles con tres divisiones. Discos de micelio de 3 mm de diámetro se extirparon del borde de cultivos de siete días de los aislados y se transfirieron a los medios modificados de PDA. Cada prueba fue realizada por triplicado y comparada con un grupo de control, donde el medio fue alterado con cantidades iguales del solvente utilizado para el extracto. Las cajas petri inoculadas se incubaron a 28 °C durante cinco días. Se midió el crecimiento radial de cada hongo y se calculó el porcentaje de inhibición mediante la fórmula mostrada a continuación:

$$\text{AFA}\% = \frac{[\text{GC} - \text{GE}]}{\text{GC}} \cdot 100$$

Donde:

AFA= Actividad fúngica

GC=Crecimiento micelial en el medio de control.

GE= Crecimiento micelial en el medio con extractos

Obtención y evaluación de la película mediante pruebas in vivo

Tres frutos de aguacate por tratamiento, con características similares de maduración y aspecto, fueron recolectados y cubiertos con la capa protectora a evaluar. La película fue preparada con quitosano (Sigma Aldrich) en proporción de 3% (p / v). Éste fue disuelto en una solución acuosa de ácido acético al 1% (v/ v) en proporción 3:4 del volumen total de la mezcla. Después de agitar durante 10 minutos, se añadió 35% (v/v) de aceite esencial, y de manera adicional se añadió 1 ml de glicerina al 1 % (v/v) por cada 10 ml de mezcla total. Por último, se añadió 1 ml de cloruro de calcio al 1% (v/v) para lograr una solidificación de la película (Bolívar y cols., 2009; Cháfer y cols., 2012). Se colocó una capa fina de esta mezcla a cada uno de los aguacates y se dejaron secar a temperatura ambiente. Una vez seca la película, los frutos se inocularon con esporas del hongo disueltas en un mililitro de agua destilada estéril. Los aguacates cubiertos con la película fueron mantenidos a temperatura ambiente con fotoperiodo 10:14 durante 33 días.

Identificación del compuesto activo

Se realizó la prueba cualitativa de Salkowski, la cual es una prueba fitoquímica preliminar para la identificación de esteroides y terpenos. Adicionalmente, ya confirmada su presencia se realizó una separación de los componentes del extracto mediante cromatografía en capa fina. Para la cromatografía se usó una placa de gel de sílice de 20x20 cm, en donde se corrieron seis muestras, el extracto metanólico, etanólico y cuatro estándares de terpenos: limoneno (100mg/ml), eugenol (1g/ml), linalol (1g/ml) y terpinol (1g/ml) todos estos diluidos en metanol. La cromatografía se corrió mediante una solución de 80% cloroformo y 20% metanol, se dejó reposar por 8 h y se reveló con luz UV.

Para poder aislar el compuesto activo de interés, se realizó el raspado de las bandas observadas en los extractos metanólico, etanólicos que correspondían al frente de referencia del eugenol usado como estándar comercial, el raspado fue eluido en 1 ml de su respectivo solvente, la actividad antifúngica se probó retando un aislado de *C. gloeosporioides*. Al medio de cultivo PDA se le añadieron 200 µl de la fracción obtenidas con la cromatografía en capa fina. Discos de micelio de 3 mm de diámetro se extirparon del borde de cultivos de siete días de los aislados y se transfirieron a los medios modificados de PDA. Cada prueba fue realizada por triplicado y comparada con un grupo de control, donde el medio fue alterado con tan solo el solvente utilizado para el extracto. Las cajas de Petri inoculadas

se incubaron a 28 °C durante cinco días. El crecimiento radial de cada hongo se midió y se calculó el porcentaje de inhibición mediante la fórmula ya descrita.:

Resultados y Discusión

Evaluación in vitro de actividad antifúngica de extractos crudos

Los halos de inhibición del crecimiento en respuesta al extracto añadido se muestran en la Tabla 1. Para cada uno de los extractos probados con ambos hongos se logró disminuir en gran medida el crecimiento. Mientras que el porcentaje de inhibición de *C. gloeosporioides* superó el 81.79% en la aplicación de ambos extractos, para *C. acutatum* se detuvo por completo el desarrollo.

Los compuestos activos extraídos de *L. nepetifolia* con diferentes solventes han sido probados contra una cantidad extensa de patógenos, incluidos hongos, para los cuales se han obtenido rendimientos similares, todos superiores al 50% de inhibición (Abubacker & Ramanathan, 2003; Gopal & Vasudevan, 1994; Maobe y cols., 2013).

Tabla 1. Porcentaje de inhibición de los extractos crudos

| Extracto | Hongo | Diámetro de crecimiento (mm) | | % inhibición |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|--------------|
| | | Bioensayo | Control negativo | |
| Extracto metanólico | <i>C. gloeosporioides</i> | 1.5±0.5 | 17.33±1.15 | 91.34 |
| | <i>C. acutatum</i> | 0±0 | 3.5±0.5 | 100 |
| Extracto etanólico | <i>C. gloeosporioides</i> | 3.17± 0.76 | 17.33±1.15 | 81.79 |
| | <i>C. acutatum</i> | 0±0 | 3.5±0.5 | 100 |

La inhibición del crecimiento de los hongos se puede atribuir a la interferencia de los compuestos aromáticos presentes en las plantas. Tal interferencia puede estar en los niveles biosintéticos, sugiriendo que el crecimiento y la producción de aflatoxinas en cada hongo es independiente (Abubacker & Ramanathan, 2003).

Los compuestos presentes en el extracto de *L. nepetifolia* pudieran restringir el crecimiento y la esporulación de *C. gloeosporioides* debido a la acumulación en las hifas de cuerpos osmiofilicos (lípidos) que destruyen la pared celular y reducen el citoplasma.

Evaluación in vitro de actividad antifúngica de extractos crudos

A los frutos puestos a prueba, se les evaluó la firmeza y aspecto. En la figura 1, se puede observar como fue el comportamiento de los frutos, tanto con el extracto etanólico (A), como con el extracto metanólico (B) a los 15 días de haber sido protegidos con la película y posteriormente ser inoculados.



Figura 1 Aguacates cubiertos con películas a base de extracto etanólico (A) y extracto metanólico (B) a los 15 días de inicio de ensayo

En la figura 2A, se puede observar una comparativa de los controles a los 33 días, los cuales no fueron protegidos con la película, respecto de aquellos que si fueron cubiertos con la misma (Fig. 2B), donde se puede observar una diferencia significativa en la firmeza y aspecto,



Figura 2. Aguacates control (2A), versus aguacates protegidos con la película (2B), a los 33 días que se comenzó con los bioensayos.

Finalmente, en la figura 3 se muestra la incidencia del hongo en el fruto utilizado como control, mientras que a la derecha en la imagen se observa un aguacate mejor conservado gracias a la acción de la película.



Figura 3 Resultado de la evaluación in vivo a los 33 días.

Una adecuada firmeza es atribuida a una buena transferencia de gases y a una adecuada difusión de humedad. El uso de quitosano como base de la película permite esta difusión, aunado a que posee actividad contra hongos y mohos de frutas y vegetales (Vu, y cols., 2011).

De igual forma, durante la pudrición de la materia orgánica se produce en gran medida etileno en forma gaseosa, por lo que, al agregar una membrana en la superficie del fruto, se consiguió disminuir drásticamente su producción. Por consiguiente, mejoró la integridad y rigidez del fruto y alargó su vida de anaquel hasta por poco más de 30 días (Tsfay y cols., 2017).

Identificación del compuesto activo

Al hacer reaccionar los extractos con ácido sulfúrico concentrado y cloroformo, los compuestos de interés presentes se deshidratan formando dienios y provocan una coloración rojiza en la separación de las fases (Figura 4). Esta prueba cualitativa resultó ser positiva, pues fue posible observar dos fases y un anillo de color rojizo o marrón. A partir de

este resultado, se procedió entonces a fraccionar los extractos utilizando la cromatografía en capa fina empleando los estándares mencionados anteriormente (fig. 5).

Como resultado se observó una similitud de compuestos con el estándar de eugenol (fig 5, carril 3). Si bien la presencia de eugenol no ha sido reportada en extractos de la planta en cuestión, la actividad antifúngica puede ser aludida al doble enlace insaturado y a la presencia de oxígeno en los grupos funcionales de la estructura de este compuesto (Cheng, y cols., 2008).

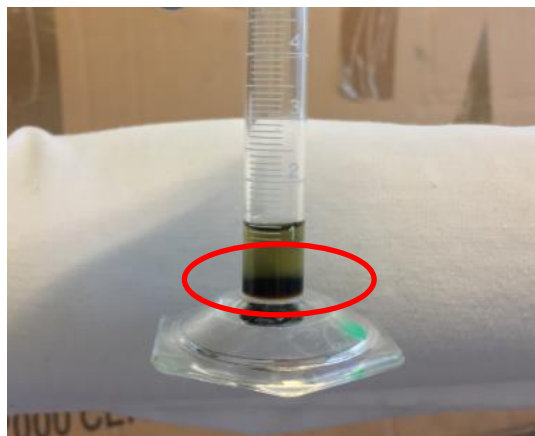


Figura 4 prueba cualitativa de Salkowski.

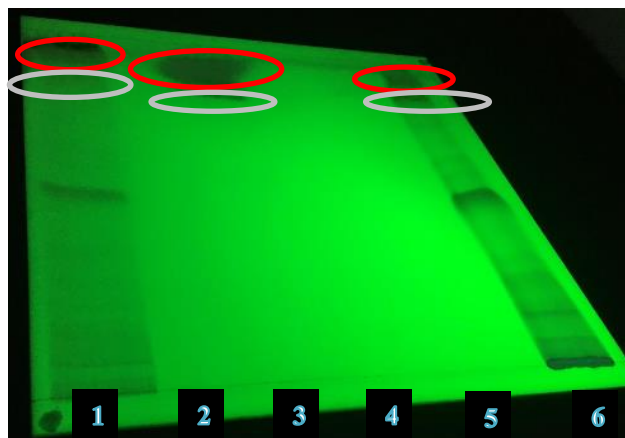


Figura 5 Cromatográfica en capa fina. Carril 1: Muestra de extracto etanólico, Carril 2: Limoneno, Carril 3: Eugenol, Carril 4: Linalol, Carril 5: Terpenol, Carril 6: Muestra de extracto etanólico.

Los aceites esenciales de Lamiaceae, familia a la que pertenece *L. nepetifolia*, ha sido descrita por tener una compleja mezcla de monoterpenos, sesquiterpenos y otros compuestos volátiles derivados (Koul et al., 2008), por lo que la presencia de diferentes tipos de terpenos era de esperarse.

Evaluación in vitro de actividad antifúngica de fracciones aisladas

Haciendo una comparación con la actividad antifúngica que presentan los extractos crudos respecto de las fracciones aisladas, se observó que existe una actividad inhibitoria más elevada con el extracto crudo,

Tabla 2 Porcentaje de inhibición lograda con las fracciones aisladas de los extractos

| Extracto | No. de banda | Hongo | Diámetro de crecimiento (mm) | | % inhibición |
|----------|--------------|---------------------------|------------------------------|-----------|--------------|
| | | | Bioensayo | Control | |
| Eugenol | 1 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 9.33±0.667 | 13.50±0.5 | 30.9 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 1.83±0.167 | 3±0 | 38.9 |
| | 2 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 10±0.577 | 13.50±0.5 | 25.9 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 2.17±0.167 | 3±0 | 27.8 |
| Etanol | 1 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 7±0.577 | 13.50±0.5 | 48.1 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 1±0 | 3±0 | 66.7 |
| | 2 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 5.50±0.289 | 13.50±0.5 | 59.3 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 1±0 | 3±0 | 66.7 |
| Metanol | 1 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 13.33±0.333 | 13.50±0.5 | 1.2 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 2.67±0.33 | 3±0 | 11.1 |
| | 2 | <i>C. Gloeosporioides</i> | 7.67±0.667 | 13.50±0.5 | 43.2 |
| | | <i>C. Acotatum</i> | 1±0 | 3±0 | 66.7 |

Es sabido que los terpenos tienen actividad fúngica (Quintana-Obregón Eber Addí, 2017), existen muchos factores que pueden justificar este comportamiento en la inhibición del hongo, un factor importante a considerar es que el extracto crudo no solo se compone de terpenos, sino que también contiene alcaloides, taninos, esteroides, saponinas, flavonoides (Maobe y cols., 2013; Veerabadrán y cols., 2013) dichos metabolitos secundarios conllevan a un aumento en la actividad del extracto ya que existen más compuestos que pueden evitar la formación de la membrana del hongo con los que evita su crecimiento (Ordaz y cols., 2010; Zobayed y cols., 2005).

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante la evaluación de los extractos crudos de la planta mostraron una reducción en el crecimiento de *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* considerable. La actividad antifúngica de éstos se atribuye a una mezcla de metabolitos secundarios presente en el aceite esencial, aunque existe una actividad evidenciada con terpenos extraídos del aceite esencial de *L. nepetifolia* es importante enfatizar que es menor a la actividad obtenida con los extractos crudos al evidenciar esta actividad mayoritaria no fue necesario realizar pruebas *in vivo* con dichos extractos.

Por otra parte, la vida de anaquel de los aguacates puestos a prueba aumentó, logrando ampliarla hasta los 33 días. La composición de la película permite una transferencia ideal de oxígeno y otros gases que logra mantener la firmeza, disminuir el crecimiento de patógenos en la superficie del fruto e impedir su ingreso a través de la cáscara.

Si bien el aceite esencial de esta planta no ha sido probado en la conservación de frutos, algunas especies de la misma familia sí, por lo que su uso como película protectora para frutos, particularmente para aguacates, puede ser considerado como una alternativa viable al control químico postcosecha.

Referencias

- Abubacker, M. N., & Ramanathan, R. (2003). Efficacy of *Euphorbia splendens* and *Leonotis nepetaefolia* on aflatoxin producing fungi *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 41(12), 1473–1475.
- Antunes, M. D. C., & Cavaco, A. M. (2010). The use of essential oils for postharvest decay control. A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), 351–366. <https://doi.org/10.1002/ffj.1986>
- Bolívar, K., Sanabria, M. E., Rodríguez, D., De Camacaro, M., Ulacio, D., Cumana, L., & Crescente, O. (2009). Potential fungicidal effect of plant extracts on *in vitro* development of *Colletotrichum gloeosporioides* and on anthracnose of mango. *Revista Iberoamericana de Agricultura*, 9(1), 175–181.
- Cháfer, M., Sánchez González, L., González Martínez, C., & Chiralt, A. (2012). Fungal Decay and Shelf Life of Oranges Coated With Chitosan and Bergamot, Thyme, and Tea Tree Essential Oils. *Journal of Food Science*, 77(8), 182–187. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02827.x>
- Cheng, S. S., Liu, J. Y., Chang, E. H., & Chang, S. T. (2008). Antifungal activity of cinnamaldehyde and eugenol congeners against wood-rot fungi. *Bioresource Technology*, 99(11), 5145–5149. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.013>
- Everett, K. R. (2003). The effect of low temperatures on *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides* causing body rots of avocados in New Zealand. *Australasian Plant Pathology*, 32(4), 441. <https://doi.org/10.1071/AP03050>
- Figueroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R., & Narvaez, G. (2018). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 3(2), 386. <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n2.2011.414>
- Gill, F. B., & Conway, C. A. (2009). *Floral Biology of Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br. (Labiatae). 131(1979), 244–256.
- Gopal, R. H., Vasanth, S., & Vasudevan, S. V. (1994). Antimicrobial activity of essential oil of *Leonotis nepetaefolia*. *Ancient Science of Life*, 14(1–2), 68–70. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22556678> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3336502>
- Koul, O., Suresh, W., & Dhaliwal, G. (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. *Biopesticides International*, 4(1), 63–84. <https://doi.org/10.1303/aez.32.437>
- Maobe, M. A., Gatebe, E., Gitu, L., & Rotich, H. (2013). Preliminary phytochemical screening of eight selected medicinal herbs used for the treatment of diabetes, malaria and pneumonia in Kisii Region, Southwest Kenya. *European Journal of Applied Sciences*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.5829/idosi.ejas.2013.5.1.65127>

Montero Tavera, V., Morales García, J. L., González Chavira, M. M., Anaya López, J. L., Corona Torres, T., & Gálvez Mariscal, A. (2010). Diversidad genética, patogénica y morfológica del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) de Michoacán, México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 1(2), 157–172. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342010000200004>

Ordaz G., H. D Armas, D. Yáñez, J. Hernández, and A. Camacho. 2010. Metabolitos secundarios, letalidad y actividad antimicrobiana de los extractos de tres corales y tres moluscos marinos de Sucre, Venezuela. *Revista de biología tropical* 58:677–688.

Quintana-Obregón, Eber Addí, Sánchez-Mariñez, Reyna Isabel, Cortez-Rocha, Mario Onofre, & González-Aguilar, Gustavo Alfonso. (2017). Actividad antifúngica in vitro de mezcla de terpenos de naranja contra *Alternaria tenuissima*. *Revista mexicana de micología*, 45, 7-12. Recuperado en 23 de septiembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802017000100007&lng=es&tng=es.

Rodríguez López, É. S., Cárdenas Soriano, E., Hernández Delgado, S., Gutiérrez Diez, A., Mayek, & Pérez, N. (2013). Análisis de la infección de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. de frutos de aguacatero. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(3), 898–905. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452013000300029>

Tesfay, S. Z., & Magwaza, L. S. (2017). Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, 11, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.12.001>

Tesfay, S. Z., Magwaza, L. S., Mbili, N., & Mditshwa, A. (2017). Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 226(May), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.047>

Tzortzakis, N. G., & Economakis, C. D. (2007). Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8(2), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.01.002>

Veerabadran, U., Venkatraman, A., Souprayane, A., Narayanasamy, M., Perumal, D., Elumalai, S., Perumal, A. (2013). Evaluation of antioxidant potential of leaves of *Leonotis nepetifolia* and its inhibitory effect on MCF7 and Hep2 cancer cell lines. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(2), 103–110. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60053-5)

Vu, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2011). Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, 44(1), 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.037>

Zobayed S., F. Afreen, and T. Kozai. 2005. Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiology and Biochemistry* 43:977–984.

FACTORES Y CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN UTILIZADOS EN MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

IBQ. Jafa Zapata Lara¹, Dr. Salvador Hernández González²,
M.C. Vicente Figueroa Fernández³ y M.I.I. José Israel Hernández Vázquez⁴

Resumen—Uno de los principales problemas que enfrentan las empresas es la satisfacción de la demanda de los clientes en la fecha establecida, por lo que una correcta planeación de los productos a fabricar en las distintas líneas de producción es una labor muy importante en la que se deben considerar los recursos con los que cuenta la organización. El presente estudio muestra una revisión de diversos artículos en los que se empleó modelado matemático para la programación de la producción en diferentes sectores industriales. En cada uno de ellos se identificaron los factores utilizados en el diseño del modelo, así como los objetivos de optimización y los métodos de solución. Al final se realizó un análisis de los principales factores y criterios de optimización empleados en los artículos consultados.

Palabras clave—modelos matemáticos, planeación de la producción, programación de la producción.

Introducción

La planeación y programación de la producción se caracterizan por contar con un conjunto de decisiones estructurales interrelacionadas, las cuales permiten definir la actividad productiva de la organización a corto y mediano plazo (Silva Rodríguez et al., 2017).

Los modelos matemáticos empleados para la planeación y programación de la producción pueden considerar diferentes factores para representar el problema dado, y tener diferentes criterios de optimización dependiendo de las necesidades de la organización. En el presente artículo se identifica cuáles son los principales factores que se utilizan para formular dichos modelos, además de los criterios de optimización más utilizados. Se realizó una revisión de la literatura en la cual se emplearon modelos matemáticos para planear la producción considerando un periodo comprendido del año 2015 a 2019.

Los modelos se pueden formular a través de diferentes ramas de la programación matemática, como: programación lineal, programación lineal entera, programación lineal entera mixta y programación no lineal. Existen diferentes métodos para su solución, los cuales pueden ser exactos o derivados de una heurística o metaheurística. En el presente artículo se muestra una revisión de 15 artículos en los cuales se consideran diferentes enfoques de solución. Parte importante de éstos son los factores que se utilizan en los modelos matemáticos, los cuales contribuyen al resultado de la planeación.

Revisión de la literatura

A continuación se muestra una breve descripción de cada uno de los artículos consultados.

Programación lineal

Ortiz-Triana y Caicedo-Rolón (2015) presentaron el diseño de un procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado. En este caso se aplicó la teoría de restricciones en conjunto con la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación lineal, para determinar las cantidades óptimas de fabricación y maximizar las utilidades. A partir del modelo se generó un procedimiento para la programación y control de la producción, obteniendo que este permite alcanzar una mayor utilidad, disminuye los costos de inventarios y los tiempos de entrega, y logra satisfacer la demanda en su totalidad.

Cifuentes et al. (2017) analizaron un caso real de programación en secadores de madera verde en un aserradero en Chile. En este estudio consideraron un conjunto de 10 máquinas paralelas con tres tecnologías diferentes, con 161 trabajos y en un horizonte de planeación mensual. Primero agruparon los productos por densidad y tipo de

¹ Jafa Zapata Lara es estudiante de la maestría en ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato tel-aviv-jafa@hotmail.com (autor correspondiente)

² El Dr. Salvador Hernández González es Profesor-Investigador de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya Guanajuato salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx

³ El M.C. Vicente Figueroa Fernández es coordinador del posgrado de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya Guanajuato vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx

⁴ El M.I.I. José Israel Hernández Vázquez es estudiante del doctorado en ciencias de la ingeniería en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya, Guanajuato israel_leon12@hotmail.com

fibra, posteriormente propusieron el modelo matemático basado en programación lineal para lograr la reducción del *makespan* (tiempo total de procesamiento). Mediante la solución obtenida con el modelo matemático lograron reducir el *makespan* en un 8.5 %.

En el sector hortifrutícola, Sánchez Pineda y Ramírez Torres (2017) formularon un modelo matemático para planear la producción de cultivo de fresa, tomando en cuenta factores de costo/beneficio. En este estudio se considera que el cultivo de fresa presenta una duración promedio de dos años, seccionados en etapas de funcionamiento. El modelo fue creado con base en programación lineal y se verificó de manera teórica su funcionamiento. El modelo es funcional a nivel teórico y permite establecer un sistema de verificación de capacidades productivas de acuerdo a parámetros de entrada específicos.

En el proyecto de investigación realizado por Velásquez Gómez et al. (2017) se utilizó la programación lineal tomando en cuenta elementos y aspectos que conforman la cadena de abastecimiento de tipo regional, para resolver un problema de producción y logística. El modelo se construyó sobre una estructura de red que admite plantas, centros de distribución y clientes, además se modelaron los flujos del producto terminado a lo largo de toda la cadena de abastecimiento. El modelo incluye la optimización de la cadena mediante la asignación de cantidades de productos distribuidos para cada distrito de red, mientras se satisface un conjunto de restricciones que incluye: capacidad de plantas y de centros de distribución, satisfacción de la demanda por producto y por distrito, balance de flujo de materiales en plantas, entre otros.

Programación lineal entera

Reyes Zotelo et al. (2017) propusieron un modelo de programación lineal entera para planificar la producción de un conjunto de artículos finales con demanda independiente. Este modelo fue hecho para la planificación maestra de producción y consideró los costos de producción e inventario, así como restricciones de instalaciones y tiempos de producción. El criterio de optimización utilizado fue la minimización de los costos, lo cual también implica la minimización del tiempo ocioso y extra de los recursos.

Programación lineal entera mixta

Gebennini et al. (2015) propusieron un modelo de programación entera mixta para abordar el problema de la programación de la producción al considerar la variedad de productos y los problemas de sustitución de la demanda, junto con limitaciones de capacidad y producción. En el estudio se distinguen dos tipos de surtido de productos: a largo plazo, y a corto plazo. El primero indica el conjunto completo de productos alternativos de una empresa en un largo horizonte de tiempo, mientras que el segundo es un subconjunto del surtido a largo plazo. El objetivo es optimizar el cronograma de producción y en consecuencia el surtido de productos a corto plazo. Esto implica en el modelo una minimización de los costos totales. La validez del modelo se probó al analizar un caso de estudio en una industria cervecera.

Kadambur & Kotecha (2016) revisaron una formulación previamente modelada basada en programación lineal entera mixta para guiar a las industrias petroquímicas en Arabia Saudita; posteriormente propusieron una nueva formulación multinivel que permite determinar mejores planes de producción con mayores ganancias.

Programación no lineal entera mixta

Pineda-Perez (2018) presentó un modelo de programación matemática no lineal entera mixta para resolver un problema de programación de máquinas en serie y en paralelo en un entorno Job-Shop. Con este modelo se determinó el *makespan*, la secuencia y la ruta de ejecución de los trabajos en las diferentes máquinas.

Heurística o Metaheurística

Li & Tian (2015) propusieron un modelo de programación lineal entera mixta para resolver un problema de programación en una sola máquina con costos de configuración dependientes de la secuencia y demandas de líneas posteriores. Mediante una propuesta de optimización de enjambre de partículas (PSO) mejorada para resolverlo, se logró maximizar la utilización de la capacidad de la máquina.

Lopez, et al. (2015) propusieron un modelo de programación de la producción en una empresa del sector textil mediante la aplicación de una meta heurística. En este caso el objetivo fue lograr la reducción del *makespan* para configuraciones tipo línea de flujo híbrida flexible. Se demostró que con la ejecución de un algoritmo genético simple y la codificación del sistema productivo, se logra reducir el *makespan*.

Najarro, et al. (2017) analizaron el efecto de la inclusión de varias restricciones que influyen negativamente en la programación de la producción en un ambiente de manufactura real. En este problema introdujeron un algoritmo genético combinado con una búsqueda local de vecindad variable para problemas de n tareas y m máquinas, minimizando el *makespan*. Se realizaron experimentos computacionales sobre un conjunto de instancias de problemas

de diferentes tamaños, con lo cual se demostró que la metaheurística que se propuso, alcanzó soluciones de alta calidad comparables con los óptimos reportados.

Peng, et al. (2018) estudiaron un problema de programación en el cual consideran el tiempo de configuración de forma independiente al tiempo de procesamiento. En el estudio se propuso un algoritmo híbrido efectivo que combina el algoritmo genético y la búsqueda de vecindad variable. En este objetivo de optimización es la minimización del *makespan*, lo cual se logró exitosamente.

Touat et al. (2018) estudiaron un problema de programación en el que se considera la producción y el mantenimiento preventivo flexible en una sola máquina, tomando en cuenta limitaciones de recursos humanos (disponibilidad y competencia). En este caso se propuso una formulación matemática expresada en el paradigma de programación de restricciones (CP) como un conjunto de restricciones lineales. El modelo se implementó en el lenguaje ILOG OPL y se aplicó el método CPLEX para calcular las soluciones óptimas de casos relativamente pequeños y se proporcionó un algoritmo heurístico para tratar instancias más grandes. El objetivo de este estudio fue minimizar la suma de las tardanzas de los trabajos y minimizar la suma de la tardanza/precocidad de las actividades de mantenimiento.

Jankauskas et al. (2019) presentaron un enfoque basado en algoritmos genéticos rápidos para resolver problemas de planificación y programación de capacidad en la industria biofarmacéutica. La planificación de la producción en este tipo de industria es un complejo problema de optimización combinatoria complicado por las características únicas de la biofabricación. El objetivo del problema de planificación fue generar un programa de producción de un año que maximizara los beneficios de fabricación.

Kampker et al. (2019) presentaron un modelo matemático para el problema combinado de planificación de amortiguador y secuencia de pedidos para líneas de ensamblaje automatiz. Las líneas de ensamblaje de modelos mixtos son de vanguardia para la producción en masa. En el contexto de la personalización masiva y la individualización, la secuenciación del automóvil se volvió cada vez más difícil debido a las diferentes tareas de ensamblaje y tiempos de procesamiento. El objetivo en este problema fue minimizar los costos asociados al trabajo de servicio y al costo del amortiguador.

Resultados

Cada uno de estos modelos matemáticos fue formulado considerando factores particulares de cada problema y con un objetivo de optimización específico. En la Tabla 1 se muestra los principales factores utilizados en los modelos matemáticos revisados.

| Factores | Porcentaje |
|---|------------|
| Fecha de entrega | 13 |
| Recursos humanos | 13 |
| Procesos | 13 |
| Consumo de material por producto | 13 |
| Cantidad disponible de material | 13 |
| Tiempo de transportación | 13 |
| Costo de penalización por el nivel de sustitución | 13 |
| Tiempo de espera | 13 |
| Tiempo de preparación de la máquina | 20 |
| Capacidad de almacenamiento disponible | 20 |
| Precio de venta | 20 |
| Costo de inventario | 20 |
| Inventario | 20 |
| Costo de producir | 27 |
| Unidades de tiempo a lo largo del horizonte de planeación | 27 |
| Demanda | 47 |
| Máquinas/estaciones/Operaciones | 53 |
| Capacidad de procesamiento | 60 |
| Tiempos de procesamiento del trabajo | 67 |
| Trabajos/productos | 93 |

Tabla 1. Porcentajes de los factores utilizados en los modelos matemáticos para la programación de la producción.

Se puede observar que el factor que se presenta en la mayoría de los artículos con un 93 % son los trabajos o productos, posteriormente se encuentran los tiempos de procesamiento de los trabajos con un 67 %, la capacidad de procesamiento con un 60 %, las máquinas, estaciones u operaciones con un 53 % y la demanda con un 53 %. Se pueden observar que existen muchos factores, sin embargo estos se adecuan específicamente al problema sobre el cual se realiza el modelo matemático. En la Figura 1 se muestra de forma esquemática la relación porcentual de cada factor.

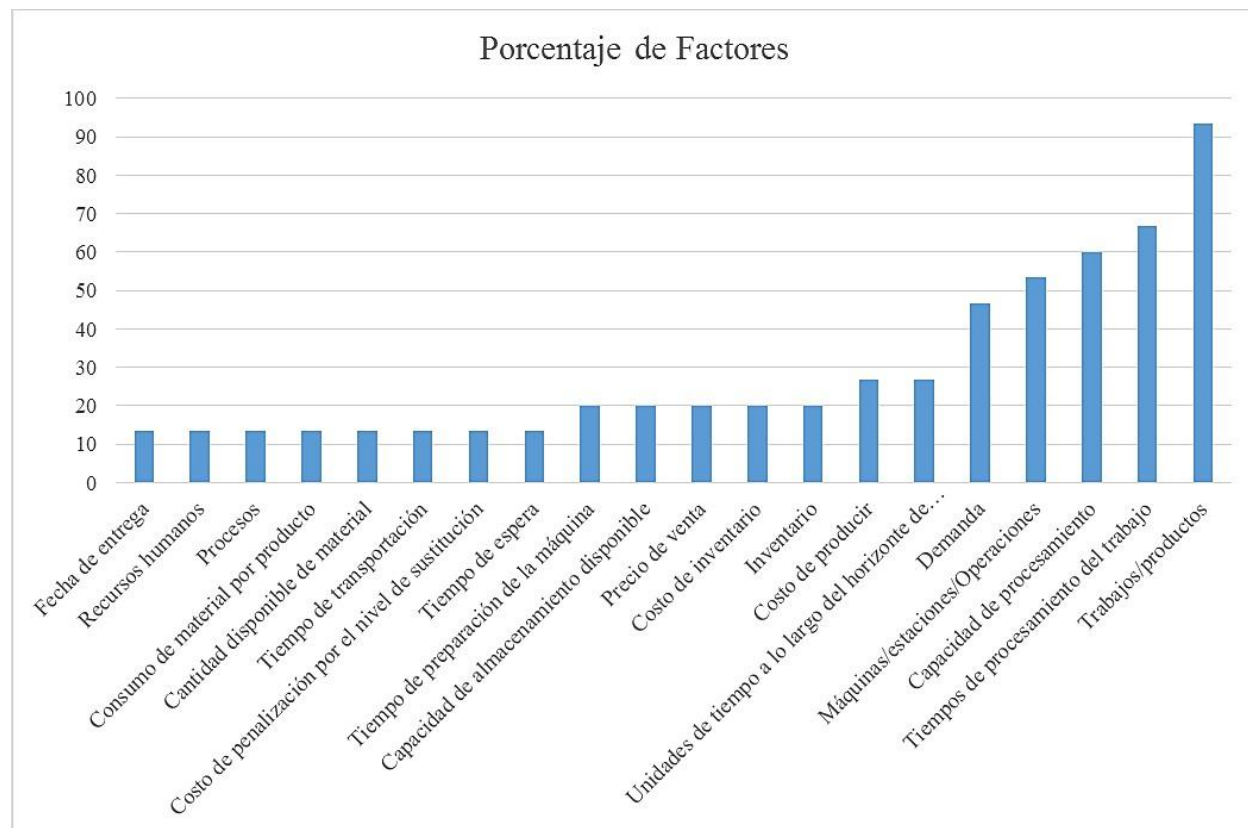


Figura 1. Diagrama de barras de los principales factores utilizados en los modelos de programación de la producción.

De igual manera cada modelo puede tener uno o más criterios de optimización, es decir, qué es lo que se pretende mejorar con el modelo matemático. En la Tabla 2 se presenta el porcentaje de los criterios utilizados en los modelos revisados. En la Figura 2 se puede observar de forma gráfica los porcentajes que representa cada criterio de optimización respecto al total evaluado.

| Criterios de optimización | Porcentaje |
|--|------------|
| Minimizar la suma de la tardanza de los trabajos | 7 |
| Minimizar la suma de tardanza / precocidad de mtto. | 7 |
| Maximizar la utilización de la capacidad de la máquina | 7 |
| Minimizar tiempo ocioso y extra | 7 |
| Maximizar la utilidad | 27 |
| Minimizar costos | 27 |
| Minimizar el <i>makespan</i> | 33 |

Tabla 2. Criterios de optimización utilizados en los modelos matemáticos para la programación de la producción.

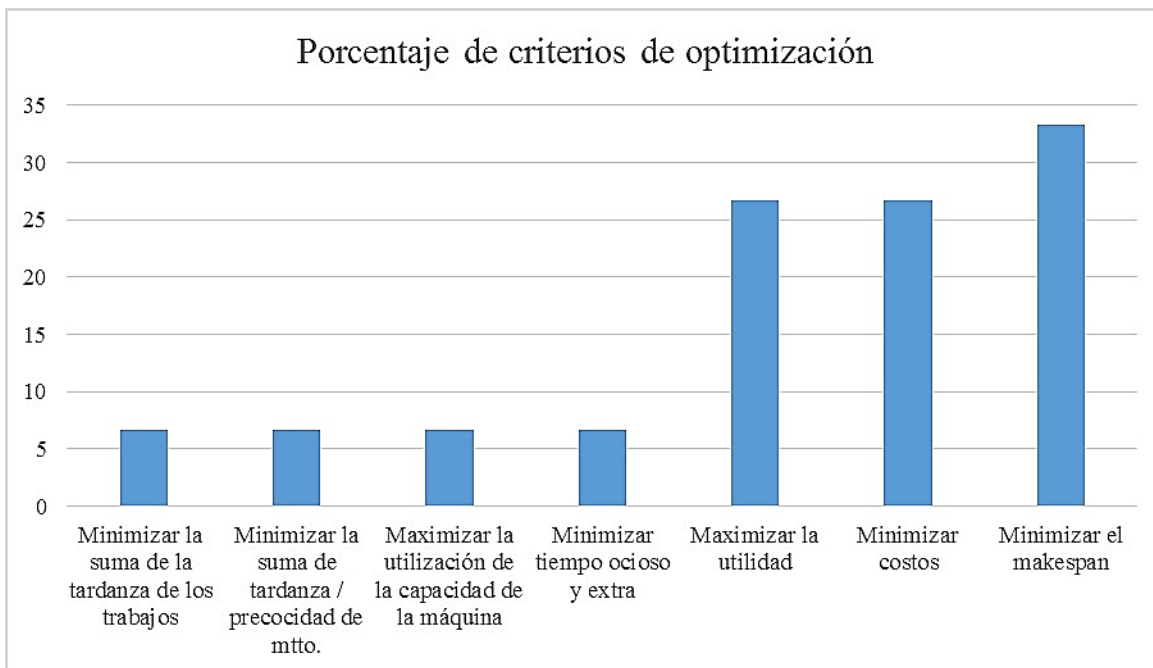


Figura 2. Diagrama de barras de los criterios de optimización utilizados en los modelos de programación de la producción.

Comentarios Finales

En este trabajo se estudiaron diferentes artículos en los que se utilizan modelos matemáticos para planear la producción. Se pudo observar que de los 15 artículos seleccionados, el 93% considera los trabajos o productos como factor. El porcentaje restante que no lo utiliza se debe a que solo emplea un producto, por lo cual no tiene impacto en el modelo como factor, sino como variable de decisión. Se observó también que los tiempos de procesamiento son el segundo factor más utilizado con un 67%. Posteriormente se considera la capacidad de procesamiento con un 60% y las máquinas, estaciones u operaciones con un 53%. La demanda es otro de los factores más utilizados con un 47%.

Las unidades de tiempo del horizonte de planeación o el costo de producir, tienen un 27% de uso en los modelos matemáticos. Se observan también otro tipo de factores que pueden ser muy específicos para el modelo elaborado, como son el inventario, costo de inventario, precio de venta, capacidad de almacenamiento etc.

Respecto a los principales criterios de optimización se pueden visualizar siete, entre los cuales, minimizar el *makespan* es el más utilizado en los modelos con un 33%, posteriormente, maximizar la utilidad y minimizar los costos, ambos con 27%. Existen otros objetivos de optimización como la maximización de la utilización de la capacidad de la máquina, minimización del tiempo ocioso y extra o minimización de la suma de la tardanza/precocidad de actividades de mantenimiento, o minimización de la suma de la tardanza de los trabajos. Estos tipos de criterios de optimización son específicos para cada modelo, y en este estudio representan un 7% de uso cada uno.

Conclusiones

Los modelos matemáticos pueden ser utilizados en cualquier tipo de industria para optimizar algún parámetro en específico, lo cual se traduce en mejores beneficios para la organización. Los factores que se utilizan para formular los modelos matemáticos son muy importantes y definen la naturaleza específica de cada uno, sin embargo pueden observarse semejanzas en todos ellos. Los objetivos de optimización que tiene cada modelo son los principales que requieren las organizaciones. Estos componentes de los modelos matemáticos deben estar bien definidos para que se logre el objetivo.

Referencias

Cifuentes, N., G. Gatica y R. Linfati. "A linear programming model for the parallel non-related machines problem, in the drying area of a chilean sawmill", *Revista Facultad de Ingeniería*, Vol 26, No. 46, 2017.

Gebennini, E., L. Zeppetella, A. Grassi y B. Rimini. "Production scheduling to optimize the product assortment in case of constrained capacity and customer-driven substitution", *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 48, 2015.

Jankauskas, K., L. G. Papageorgiou y S. S. Farid. "Fast genetic algorithm approaches to solving discrete-time mixed integer linear programming problems of capacity planning and scheduling of biopharmaceutical manufacture", *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 121, 2019.

Kadambur, R. y P. Kotecha. "Optimal production planning in a petrochemical industry using multiple levels", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 100, 2016.

Kampker, A., K. Kreisköther y M. Schumacher. "Mathematical model for proactive resequencing of mixed model assembly lines", *Procedia Manufacturing*, Vol. 33, 2019.

Li, K. y H. Tian. "An improved particle swarm optimization for selective single machine scheduling with sequence dependent setup costs and downstream demands", *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.

Lopez, J. C., J. A. Giraldo y J. A. Arango. "Reducción del tiempo de terminación en la programación de la producción de una línea de flujo híbrida flexible (HFS)", *Información Tecnológica*, Vol. 26, No. 3, 2015.

Najarro, A., R. López, R. E. Racines y A. Puris. "Un algoritmo genético híbrido para la optimización del flow shop scheduling bajo restricciones de entorno reales", *Enfoque UTE*, 2017.

Ortiz-Triana, V. K. y Á. Jr. Caicedo-Rolón. "Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa", *Revista Ingeniería Industrial*, 2015.

Peng, K., L. Wen, R. Li, L. Gao y X. Li. "An effective hybrid algorithm for permutation flow shop scheduling problem with setup time" *Procedia CIRP*, Vol. 72, 2018.

Pineda-Perez, C. A. "Modelo matemático de programación entera no lineal en un ambiente job-shop y máquinas en serie y paralelo" *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, Vol. 5, No. 9, 2018.

Reyes Zotelo, Y., J. Mula, M. Días-Madroño y E. Gutiérrez González. "Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos", *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, Vol. 24, 2017.

Sánchez Pineda, D. y N. Ramírez Torres. "Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido" *Ingenierías USBMed*, Vol. 8, No. 1, 2017.

Silva Rodríguez, J., C. D. Cárdenas, J. Galindo Carabalí. "Herramientas cuantitativas para la planeación y programación de la producción: estado del arte". *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, Vol. V, No. 18, 2017.

Touat, M., F. Benbouzid-Si Tayeb y B. Benhamou. "An effective heuristic for the single-machine scheduling problem with flexible maintenance under human resource constraints", *Procedia Computer Science*, Vol. 126, 2018.

Velásquez Gómez, B. A., H. A. Chacha Armas, H. M. Chanatasig Toapanta y B. E. Oña Sinchiguano. "Diseño de un modelo matemático aplicado a la planeación de la producción y distribución de productos de consumo masivo", *Revista Publicando*, Vol. 4, No. 12, 2017.

LA INNOVACIÓN: FACTOR DE DESARROLLO EMPRESARIAL EN LA COMERCIALIZACIÓN DEL SECTOR PESQUERO DE ANGOSTURA, SINALOA

Dra. Imelda Zayas Barreras¹, MC. Juan Jaime Fuentes Uriarte², MC. Gonzalo Soberanes Flores³, Sandi Aideé Román Verdugo⁴, Adán Andrade Padilla⁵ y María Fernanda Mascareño Beltrán⁶

Resumen— En Angostura, Sinaloa; la actividad económica es la pesca de bahía y controlada, la especie de mayor producción es el camarón; los pescadores se integran en Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera quienes entregan el producto a plantas congeladoras encargadas de seleccionar, empacar y comercializar el producto en México y el extranjero.

La investigación se realiza con el objetivo de determinar el desarrollo empresarial que han tenido las empresas del sector pesquero con la incorporación de innovaciones, para mejorar el proceso de comercialización de sus productos del mar o de las granjas acuícolas de la región.

La innovación es un factor de crecimiento para empresas con iniciativa de crear productos y procesos o mejorar algunos de ellos; las empresas del sector pesquero comercializan sus productos considerando las necesidades de los clientes. Las empresas que han incorporado innovaciones de cualquier índole presentan un mayor desarrollo económico y de comercialización de sus productos.

Palabras clave— Innovación, Comercialización, Desarrollo Empresarial

Introducción

El sector pesquero dentro del municipio de Angostura, Sinaloa; se abastece de productos del mar provenientes de la Bahía de Santa María donde se pueden encontrar especies como el camarón, jaiba, botete, curbina y pargo entre otras; considerando que la pesca es la segunda actividad económica del municipio que provee de trabajo a una gran parte de las poblaciones enclavadas a las orillas de la playa.

Los pescadores se encuentran organizados en Sociedades de Producción Pesquera, quienes se dedican a extraer los productos de la bahía en sus propias lanchas y equipos de pesca; todo el producto obtenido de una jornada de trabajo es entregado a las plantas congeladoras de productos del mar, que en ocasiones son empresas propias de las sociedades o bien son empresas externas con quienes se hace convenio de entrega de los productos determinando el precio y la calidad.

Las empresas congeladoras se dedican a clasificar y empacar el camarón para comercializarlo al extranjero o bien venderlo al interior del país. Es aquí donde se genera la importancia de la innovación de los procesos de comercialización de los productos del mar, porque las empresas por años han realizado estos procesos de forma rutinaria sin cambio alguno, sin embargo; en los últimos cuatro años han buscado innovar en el proceso, así como en la clasificación, empaque y embalaje para la distribución de forma que el cliente extranjero esté conforme. Uno de los factores por los cuales las empresas han innovado en el proceso de comercialización son por los requisitos de exportación que le exige el cliente extranjero porque cada vez son más las exigencias y la empresa tiene que modificar sus procesos y adecuarse a la solicitud de su cliente; estas modificaciones son consideradas innovaciones en el proceso de comercialización que a la vez ha generado un desarrollo en las empresas porque señalan que se

¹ Dra. Imelda Zayas Barreras: Profesor de Administración en la Universidad Politécnica del Valle del Évora, Angostura, Sinaloa, México. Imelda.zayas@upve.edu.mx (autor corresponsal)

² MC. Juan Jaime Fuentes Uriarte: Profesor de Sistemas computacionales en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. Juanjaime.fuentes@upve.edu.mx

³ MC. Gonzalo Soberanes Flores: Profesor de Sistemas computacionales en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. Gonzalo.soberanes@upve.edu.mx

⁴ Sandi Aideé Román Verdugo: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. 170070049@upve.edu.mx

⁵ Adán Andrade Padilla: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. 170070048@upve.edu.mx

⁶ María Fernanda Mascareño Beltrán: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. 170070065@upve.edu.mx

incrementan su ventas y se tienen menores márgenes de pérdidas de productos y además se encuentran al mismo nivel de los competidores de otros estados de la república.

El desarrollo empresarial del sector pesquero ha tenido un gran auge con las innovaciones que se han realizado en todos los procesos administrativos, productivos y de comercialización, originados por las exigencias de los compradores, que han beneficiado a las empresas congeladoras y sociedades de producción pesquera observándose un crecimiento en sus ventas y su estructura organizacional.

Desarrollo

La innovación factor de desarrollo empresarial

Las empresas del sector pesquero en México han tenido que innovar en sus procesos para comercializar sus productos al extranjero, esto ha permitido que varias de ellas han obtenido un crecimiento importante de tal forma que se incrementaron sus índices de competitividad aunque ha sido muy complejo el proceso por los avances tecnológicos, pero en ésta época la innovación se convierte en una necesidad, Souto (2014) indica que “La innovación es un factor relevante para la competitividad empresarial, incluso en la pesca, en donde son aplicadas múltiples innovaciones. El sistema de innovación sectorial existente en esta industria está dotado de una gran complejidad, con conocimientos y tecnologías aplicadas procedentes de diversas fuentes. A través del caso de Pescanova se aporta evidencia empírica sobre la importancia de la innovación en la pesca. Pero, aunque la innovación es una condición necesaria para el éxito y supervivencia, no es suficiente por sí sola”. Al convertirse la innovación en una condición necesaria para el desarrollo de las empresas y su posicionamiento en el mercado, se requiere que las empresas sean capacitadas en nuevos procesos y equipos, que permita involucrarse en la mejora de procesos y productos.

Es importante señalar que una innovación, no sólo es la creación de productos absolutamente nuevos, sino que también se considera innovación a la mejora de los productos en su calidad y presentación; además, las mejoras que se realizan a los procesos de producción, comercialización, ventas, administrativos entre otros, también se les denomina innovación. En este sentido es necesario reconocer que el sector pesquero por lo regular está compuesto por micro empresas, pequeñas y en menor cantidad medianas empresas, que no cuentan con los recursos necesarios para Innovación y Desarrollo (I+D) y su característica es de bajo nivel innovador señalado por Souto (2014) Caracterizar al sector pesquero como una industria con una baja inversión en I+D puede llevar a pensar que es un sector poco innovador y con un escaso nivel tecnológico”. Este nivel es analizado desde la perspectiva de los recursos y de que las empresas tienden a innovar comprando tecnologías y equipos que mejoren sus procesos, pero no realizan investigación para innovar en nuevos productos porque son empresas que sólo extraen el producto del mar y lo comercializan en el país y en bajo nivel al extranjero.

Existen varios factores por los cuales las empresas de México no realizan innovaciones, uno de ellos es el tamaño de la empresa; se dice que las empresas grandes son las que tienen la posibilidad de realizar investigación e innovación, pero si analizamos algunos estudios realizados al respecto encontraremos que no es determinante el tamaño, sino las características de la empresa, los dirigentes y la falta de empleados capacitados en emprendedurismo, esto hace que se reduzcan las posibilidades de adoptar la innovación, señalado por Damanpor (1992) en Rodeiro Pazos y López Penabad (2007) “El tamaño es una variable que afecta directamente a la innovación, pero también lo hace de forma indirecta mediante su efecto sobre otras características de la organización que actúan como moderadores de la relación directa. La diversidad en los resultados de los estudios sobre la relación entre el tamaño y la innovación podrían ser atribuida a la falta de trabajos en los que se contemplen los efectos de factores moderadores como el tipo de organización, la medida utilizada para el tamaño, el tipo de innovación o el estado de adopción de la innovación”. Este factor elemental encontrado ha sido analizado desde el punto de vista que una empresa grande, aunque cuente con los recursos financieros y una gran cantidad de empleados, sino tiene personal capacitado para dirigir la empresa con la visión innovadora para aumentar su competitividad en el mercado, será una empresa como cualquier otra sin innovación, por lo que se requiere de personal capacitado en emprendedurismo y que no tenga temor al cambio.

Con respecto a la generación del cambio como factor innovador, es necesario recalcar que las empresas requieren de una dirección con orientación a la generación de innovación, para tener bien claro que en la actualidad todas las empresas requieren de cambiar sus formas de dirección, actividades, procesos e incluso su forma de comercializar por lo que requieren de un liderazgo formal que los involucre en los procesos innovadores, mencionado por Rodeiro Pazos y López Penabad (2007) y Cuervo (2003) Otro de los factores relevantes a la hora de explicar la innovación es

la implicación de la dirección de la empresa en el proceso de generación de innovación. En este sentido, una de las funciones de los directivos es su papel de liderazgo del proceso de innovación, ya que es el empresario quien propicia el proceso de cambio en la empresa”. Una empresa necesita autoevaluarse o buscar evaluación externa para identificar los problemas internos por los que se requiere hacer cambios, empezando por el reconocimiento del empresario y la forma de dirigir de sus trabajadores que requieren de ser líderes que fomenten la innovación involucrando a todo el personal.

La Comercialización de productos pesqueros

La comercialización en el sector pesquero es importante, porque la logística de distribución se realiza de acuerdo al producto y al volumen, así como la distancia existente desde el área de empaque hasta el punto de venta con el cliente, por lo que se requiere de analizar con mayor detenimiento los procesos de producción (extracción) proceso de selección, empaque y enfriamiento porque de estos depende la venta final del producto, indicado por Juárez Torres, Flores Escobar y Luna Martínez (2007) “La cadena de comercialización de los productos marítimos varía de acuerdo al volumen de las producciones y la cercanía de los centros de producción a las ciudades y punto de embarque o salida de las exportaciones. Las empresas de mayor tamaño procesan sus productos (lo limpian en sala de tratamiento para eviscerar, filetear) y, generalmente a precios de mayoreo dependiendo del volumen comercializado, lo transportan a las ciudades más cercanas que presentan centros de acopio, plantas procesadoras, centrales de abastos, distribuidores mayoristas, cadena de supermercados y mercados, restaurantes especializados y puntos de venta que colocan las comercializadoras de pescado”. Es necesario conocer el volumen que se pretende comercializar para determinar el tipo de cliente y ubicación del mismo para analizar los medios de transporte a utilizar de tal manera que no se eleven los costos de producción, considerando que las plantas congeladoras son las encargadas de realizar todo el proceso la logística administrativa para llevar a buen término la comercialización del producto final.

Por otro lado, las empresas acuícolas presentan otras formas de comercialización, porque el producto invariablemente es colocado al mercado por tamaños y por lo regular buscan un intermediario para la selección, empaque, enfriamiento y distribución, cuando se vende el producto en grandes cantidades a nivel nacional o internacional, esto genera elevar el costo para el cliente final, señalado por Juárez Torres et. al. (2007) “En el caso de la acuicultura, los mecanismos de comercialización varían de acuerdo al tamaño del productor. El productor de pequeña escala vende directamente en mercados locales, populares o tianguis o en expendios de las granjas acuícolas. Las cadenas de suministro a nivel rural se orientan del productor al centro de venta, mientras que en el ámbito nacional en la comercialización a gran escala se introduce la figura del procesador y/o del intermediario. Las cadenas de intermediarios en el mercado interno son diferentes a las del mercado internacional, en éste último las empresas grandes, después de procesar sus propios productos, se encuentran con el *Broker* del país del mercado de destino. Hay otras actividades conexas como la elaboración del alimento balanceado, la prestación de servicios financieros, de transporte y control de calidad, salud, servicios ambientales y de monitoreo que se vinculan paralelamente a la cadena de producción, beneficiando a las comunidades locales en cuanto a generación de empleos y otros negocios.” Es común que las empresas acuícolas vendan sus productos en la región donde se encuentran establecidas considerando que se encuentran en el área rural, convirtiendo la empresa en un expendio del producto lo que beneficia a la población y a los empleados de la empresa, porque pueden adquirir el producto a un costo menor cuando la talla o medida no sea idónea para la venta en el extranjero.

La comercialización de productos extraídos del mar o de producción en granjas acuícolas, actualmente es realizada a través de empresas que fungen como intermediarios, como es el caso de Ocean Garden Products y Meridian Products consideradas las más importantes, quienes señalan algunos requisitos para de talla del producto, calidad y en algunos casos volumen para colocarlo en el mercado exterior, señalando Juárez Torres et. al. (2007) la primera empresa comercializadora “Es importante mencionar que existen empresas comercializadoras de gran importancia en la colocación del producto, tanto a nivel de mercado interno como a nivel internacional. La empresa “Ocean Garden Products” con más de 50 años comercializa una parte importante de la producción pesquera nacional de alta calidad y valor como el camarón, productos derivados, jaiba, abulón, entre otros. Coloca grandes volúmenes de exportación principalmente en el mercado de los Estados Unidos, pero también en Canadá, Japón y otros países europeos y asiáticos. Además, a partir de 2000 comenzó la colocación de productos para el mercado interno. Hasta 2006 la empresa era propiedad del gobierno administrada por Banco Mexicano de Comercio Exterior (Bancomext) y a partir de julio de 2006 se privatizó.” Estas empresas intermediarias buscan colocar el producto en mercado

nacionales e internacionales de acuerdo el volumen, calidad y talla del producto, aumentando su valor comercial por el costo de involucrar un intermediario en el proceso de comercialización.

Metodología Aplicada

El carácter y alcance de esta investigación es de carácter cualitativo, ya que se interactúa directamente con los propietarios de empresas del sector pesquero incluyendo empresas congeladoras de productos del mar y Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera del municipio de Angostura, Sinaloa; realizando entrevistas a 18 empresas, que permitieron describir sus características y los factores innovadores que han mejorado los procesos de comercialización de los productos. Efectuándose una tipología de carácter unilateral, debido a que se hace en un periodo de tiempo determinado que abarca el tiempo en que se toman los datos o hechos reales de las empresas, período marzo de 2018 a marzo del año 2019. La investigación cualitativa según Mendoza Palacios (2006) dice que: “la metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino descubrir tantas cualidades como sea posible.

En investigaciones cualitativas se debe de hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud: se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible”.

Es por tal motivo que se emplea el método cualitativo para esta investigación, porque se aplica una de las técnicas que es la entrevista, dirigida a empresarios y administradores con carácter de responsabilidad y confiabilidad de datos; instrumento que fue aplicado bajo una guía de preguntas estructuradas realizada en el municipio de Angostura, Sinaloa; en la cual se buscó información de las innovaciones que han realizado las empresas del sector pesquero y que las han beneficiado en sus procesos de comercialización logrando un mayor desarrollo económico empresarial.

Para el diseño de la muestra se consideró utilizar la técnica de bola de nieve, debido a que no existe información exacta de la cantidad de empresas pesqueras comercializadoras que existen en la región, y por lo tanto no era posible utilizar la fórmula de las poblaciones finitas. La técnica de muestreo de bola de nieve consiste en pedir sugerencias a los entrevistados de más sujetos de estudio con los que se pueda recopilar información, Espinosa Tamez, Hernández Sinencio, López Guzmán y Lozano Esparza (2018) “Esta técnica no probabilística sustenta que los miembros de la población tienen una red social, la cual nos permitirá contactarlos. Trata que los individuos seleccionados para ser estudiados recluten a nuevos participantes entre sus conocidos, así el tamaño de la muestra incrementa durante el desarrollo del muestreo.” Se utilizó ésta técnica de muestreo en éste caso debido a la falta de información, y a que las distancias entre las empresas del mismo rubro en la región no se encuentran demasiado alejadas geográficamente, y por lo tanto su relación puede llevar a la recopilación de información más fluida, hasta que la información proporcionada por las empresas comienza a ser repetitiva y se deja de recopilar.

Resultados

De acuerdo a la investigación de campo se obtuvieron como resultados que las empresas del sector pesquero del municipio de Angostura, Sinaloa, tienen un proceso de comercialización definido el cual presenta cambios considerados como innovación, cuando una empresa extranjera les solicita producto con ciertas características de empaçado y envío, realizando las adecuaciones o mejoras necesarias para lograr la comercialización del producto.

Los productores pesqueros y las congeladoras existentes señalaron que el producto con mayor demanda es el camarón y la jaiba, donde algunas empresas innovan en la transformación del producto en un platillo exquisito que es comercializado en la región del municipio, como es el caso de la jaiba cocida y empaçada para exportación o venta nacional, se le da un valor agregado cocida al natural o con picante.

Además, las empresas para lograr una comercialización efectiva, buscan formar las redes de integración empresarial y clientes, empaçar el producto, enviarlo en transporte refrigerado, trámites aduanales para el caso de exportación, diseño de rutas de distribución, entre otros requisitos de igual importancia y que forman parte de un proceso de logística, hasta lograr entregar el producto al cliente final.

Por otro lado, la innovación también se realiza cuando las empresas del sector pesquero buscan mejorar las técnicas de pesca a través de la creación de nuevas redes de captura, que permitan aumentar la producción y por supuesto si se obtienen mayores cantidades de producto, tienen que innovar en los procesos de comercialización considerando otros clientes y rutas de distribución.

Otra de las innovaciones que se presentan en éstas empresas es la adquisición de nuevas tecnologías en motores, lanchas, camiones y equipos en general, lo que permite que mejorar los procesos y a la vez aumentar la producción y comercialización.

Las empresas del sector pesquero al generar innovaciones en productos terminado o procesos permiten que se genere un avance o desarrollo empresarial, porque al innovar incrementas la producción y lo niveles de competitividad empresarial, aunado a esto la comercialización se hace con mayor eficacia, obteniéndose mayores resultados para los empresarios del municipio.

Conclusiones

En relación a los hallazgos obtenidos durante la investigación de campo realizada en las empresas del sector pesquero del municipio de Angostura, se ha llegado a la conclusión de que la innovación es una herramienta eficaz para que las empresas logren estabilidad y desarrollo empresarial a través de la comercialización de sus productos, considerando que toda empresa que oriente a sus trabajadores a la innovación o mejora de los productos o procesos, obtendrá muy buenos resultados en cuanto a su crecimiento y reconocimiento en el mercado. }

Las empresas del municipio de Angostura, realizan innovaciones esporádicas cuando se requiere cambiar procesos a petición de los clientes en el caso de empresas extranjeras como Ocean Garden y Meridiam Product, quienes a su vez se encargan de comercializar el producto en otros países. Estas innovaciones no son propuestas por los trabajadores y en muchas de las veces ni por los propietarios de la empresa, porque ellos sólo acatan indicaciones del cliente; en el caso de las herramientas o equipos de trabajo, éstas innovaciones si son señaladas o propuestas por trabajadores y propietarios, pero son realizadas por períodos muy largos donde pueden pasar entre 5 o 6 años para realizar algún cambio.

Toda empresa que quiera tener un desarrollo en su proceso de comercialización, primero debe de innovar en tecnologías, herramientas, productos y procesos, y al mismo tiempo capacitar a sus trabajadores en los cambios, para que se adapten a las nuevas condiciones de trabajo y se involucren directamente, lo que obtendría como resultado una mejor efectividad en la aplicación de la innovación y un nivel de competitividad más alto.

Referencias

- Espinoza Tamez P., Hernández Sinencio H., López Guzmán R. y Lozano Esparza S. (2018) Muestreo de Bola de Nieve. Consultado el día 11 de octubre del año 2018 en:
http://www.dpye.iimas.unam.mx/patricia/muestreo/datos/trabajos%20alumnos/Proyectofinal_Bola%20de%20Nieve.pdf
- Juárez Torres, M., Flores Escobar, M. y Luna Martínez, J. (2007) El sector pesquero en México, Financiera Rural, México, consultado el día 06 de Mayo 2019 en:
<http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/industria/Sector%20Pesquero%20M%20E9xico%20Financiera%20Rural%202007.pdf>
- Mendoza Palacios, R. (2006) Investigación cualitativa y cuantitativa – diferencias y limitaciones, Piura, Perú, consultado el día 18 de Abril 2018 en:
<http://www.prospera.gob.mx/portal/work/sites/web/resouces/archivoContent/1351Investigacion%20cualitativa%20y%20cuantitativa.pdf>
- Rodeiro Pazos, D. y López Penabad, M.C. (2007) La innovación como factor clave en la competitividad empresarial: Un estudio empírico en pymes, Revista Galega de economía, vol. 16. Núm. 2, Santiago de Compostela España, ISSN: 1132-2799, consultado el día 3 de mayo 2019 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39116201>.
- Souto, J.E.(2014) La innovación en el sector pesquero: del éxito a la quiebra, Cuadernos de estudios empresariales, Vol 24. , Madrid, ISSN: 1131-6985, Consultado el día 03 de Mayo 2019 en:
https://www.researchgate.net/publication/276442625_La_Innovacion_en_el_Sector_Pesquero_del_Exito_a_la_Quiebra.

SIMULADOR DE CONDUCCIÓN AUTOMOTRIZ CON TECNOLOGÍAS 4.0

M.C. José Marcos Zea Pérez, M.C. Gloria Flor Mata Donjuan , M.C. Arturo Hernández Hernández , M.C. Madeleine Medina Castillo y Dr. Víctor Martínez Fuentes¹

Resumen— Diseño y desarrollo un sistema de simulación automotriz con para la interacción virtual de una prueba de manejo. Se desarrolló un sistema de realidad virtual que funciona con las señales enviadas al girar la cabeza durante la sesión de manejo, que permite que el simulador gire, dando la experiencia de manejo. Se usaron lentes de realidad virtual para ofrecer una mejor experiencia, se ocuparon circuitos de control y un motor a pasos para proporcionar el giro a una silla de oficina. El proyecto resultó funcional y sólo se espera la implementación de un actuador de mayor potencia para soportar el peso de una persona adulta.

Palabras clave— Realidad Virtual, Control, Simulador, tecnologías i4.0

Introducción

Las aplicaciones de realidad virtual han crecido de manera exponencial a tal medida que en los últimos años se ha tratado de interactuar de una mejor manera con ella e inclusive sustituir algunos procesos de pruebas físicas por pruebas virtuales, con la finalidad de ahorrar tiempos y costos. De esta manera se han ido desarrollando diferentes procesos de simulación virtual interactiva en el campo de la medicina [Aznar-Díaz 2018], construcciones, e industria automotriz [Lawson 2016] entre muchas.

Uno de los avances tecnológicos más impresionantes de la realidad virtual está en el campo de la medicina, en donde, inclusive, se ha llegado a implementar dicho proceso en operaciones quirúrgicas, que con ayuda de la fusión de imágenes y videos reales, grabados con tecnología 360° en cirugías reales, se han logrado simulaciones interactivas en 3D [SOFT, 2018].

Dentro del área automotriz, de la empresa Simulación Virtual enfocado a la Fórmula 1, establece que pondrá a disposición una reproducción a tamaño real de un coche de carreras. Esta réplica cuenta con una plataforma que simulará los movimientos que los usuarios realicen. También cuenta con un sistema panorámico con tres pantallas para ver con claridad el circuito y cuatro simuladores que complementan la zona de simulación, además se incorpora una nueva tecnología, la visión esférica para hacerlo aún más realista [Virtuales, 2017].

En este artículo se describe el diseño y la elaboración de un prototipo de simulador de conducción automotriz con tecnologías de industria 4.0 que permitirá la interacción de manejo simulada con el objetivo de evitar poner en riesgo la integridad de los usuarios, sin dejar de lado la simulación de las reacciones y condiciones lo más parecidas a las reales. Otro de los objetivos es la reducción de costos en servicios de manejo, seguros e inversiones en prototipos. Esto se desarrolló aplicando la tecnología 4.0, donde se presentan nuevos escenarios visuales de aprendizaje que fortalecen los procesos de construcción del conocimiento. El prototipo puede generar un soporte en la innovación de las estrategias actualmente aplicadas en el sector automotriz.

Desarrollo del sistema de realidad virtual

Se desarrolló un sistema de realidad virtual que funciona con un dispositivo que envía señales de movimiento de giro de la cabeza durante sesión de manejo, que permite que el simulador, que es una silla con controles, pueda girar en respuesta al movimiento de la cabeza, dando una experiencia de manejo al usuario. Se diseñaron los elementos mecánicos que proporcionan el movimiento, el control del motor y los sistemas de interacción con los lentes de realidad virtual.

La implementación de lentes de realidad virtual ofrece una mejor experiencia y un preámbulo para el entendimiento de herramientas de la industria 4.0. La intención del proyecto desarrollado es que pueda ofrecer un gran margen para trabajo futuro ya que se diseñó sobre un sistema robusto y flexible con el fin de integrar más tecnología tal como: mayores grados de libertad e interfaces que se acoplen de mejor manera.

¹ Marcos Zea Pérez, marcos.zea@upq.mx, Gloria Flor Mata, gloria.mata@upq.mx, Arturo Hernández, Arturo.hernandez@upq.mx, Madeleine Medina, Madeleine.medina@upq.mx y Dr. Víctor Martínez Fuentes, victor.martinez@upq.mx (autor corresponsal), profesores de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Querétaro, Ingeniería Mecatrónica.

Cálculos

En esta sección se muestran los cálculos que se tomaron en cuenta para el análisis de las señales del módulo electrónico “Acelerómetro MPU 6050”. Este módulo tiene un giroscopio de tres ejes con el que se puede determinar la velocidad angular y un acelerómetro también de 3 ejes con el que se determinan los componentes cartesianos X, Y y Z de la aceleración.

La dirección de los ejes está indicada en el módulo (Figura 1).

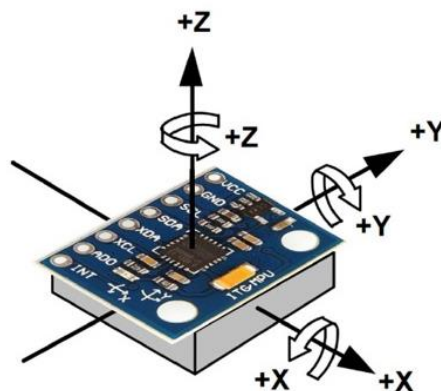


Figura 1. Representación de las direcciones de los ejes en el giroscopio.

La comunicación del módulo electrónico es por el protocolo I2C, esto le permite trabajar con la mayoría de los microcontroladores. Las terminales SCL y SDA tienen una resistencia *pull-up* en placa para una conexión directa a la tarjeta Arduino. Cabe mencionar que dicha comunicación se realiza a través de una librería dentro de la paquetería Arduino llamada “I2Cdev.h”.

Al inicializar el sensor, los intervalos de operación por defecto son:

- acelerómetro -2g a +2g
- giroscopio: -250°/s a +250°/s

Teniendo en cuenta que la resolución de las lecturas es de 16 bits, el intervalo de lectura es de -32768 a 32767 cuentas.

Se debe de tomar en cuenta que la única fuerza que actúa sobre el sensor es la fuerza de la gravedad. Entonces los valores que se obtienen en las componentes del acelerómetro corresponden a la aceleración de la gravedad y los ángulos de la resultante serán la inclinación del plano del sensor, puesto que el vector de aceleración de la gravedad siempre es vertical.

Para entenderlo mejor, supóngase que se está en un plano X-Z y al inclinar el MPU6050 un ángulo θ , dicho ángulo está definido como se muestra en figura 2.

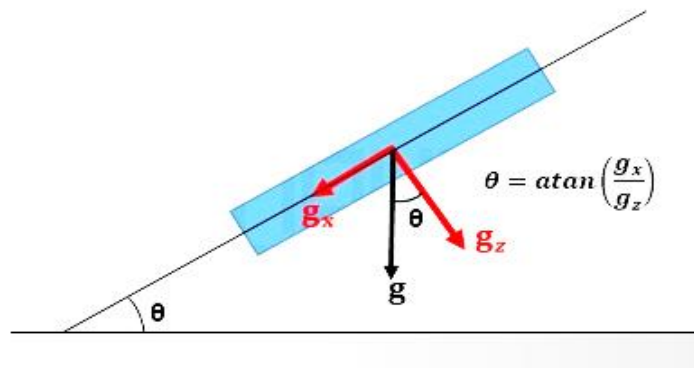


Figura 2. Representación gráfica de los ángulos de inclinación

Lo anterior nos sirve para calcular el ángulo en un plano 2D, pero para calcular los ángulos de inclinación en un espacio 3D tanto en X como en Y, se usa la ecuación 1 y 2 respectivamente.

$$\theta_x = \tan^{-1} \left(\frac{a_x}{\sqrt{a_y^2 + a_z^2}} \right) \tag{1}$$

$$\theta_y = \tan^{-1} \left(\frac{a_y}{\sqrt{a_x^2 + a_z^2}} \right) \tag{2}$$

El cálculo se efectúa en un plano 2D debido a que el sistema solo cuenta con un grado de libertad y solo se necesita tomar un eje como referencia, así mismo se debe de tener en cuenta que se está calculando el ángulo de inclinación, si se deseara el ángulo de rotación, es decir por ejemplo el ángulo que rota el eje x en su mismo eje, entonces en las fórmulas se necesita cambiar el a_y por el a_x y viceversa

Al inicio el giroscopio determina la velocidad angular a la que está sujeta, y para calcular el ángulo actual se necesita integrar la velocidad y conocer el ángulo inicial. Esto se logra usando la ecuación 3 y 4.

$$\theta_x = \theta_{x_0} + \omega_x \Delta t \tag{3}$$

$$\theta_y = \theta_{y_0} + \omega_y \Delta t \tag{4}$$

Tener en cuenta que cuando se refiere a θ_x se hace alusión al ángulo que gira el eje X sobre su propio eje. En la figura 3 se observa que la velocidad angular es perpendicular al plano de rotación.

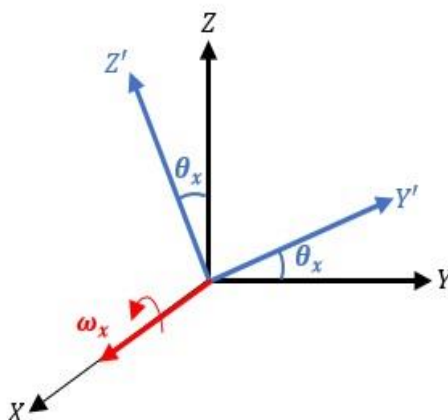


Figura 3 Representación de la velocidad angular con respecto a los ejes del giroscopio.

Tomar nota de que determinación no es exacta incluso cuando no se mueve, el ángulo varía, o si se gira cierto ángulo y luego se regresa a la posición original el ángulo que determina no es el inicial, esto se debe a que al integrar la velocidad angular y sumar el ángulo inicial hay un error producto de la incertidumbre en la determinación del tiempo o del ruido en la lectura del MPU, el error por más pequeño que sea, se va acumulando en cada iteración y creciendo, este error es conocido como *drift*.

El filtro de complemento es uno de los más usados por su fácil implementación, combina el ángulo calculado por el giroscopio y el ángulo calculado por el acelerómetro.

La ecuación para calcular el ángulo usando el filtro de complemento es:

$$\text{ángulo} = 0.98(\text{ángulo} + \omega_{\text{giroscopio}} dt) + 0.02(\text{ang}_{\text{acelerómetro}}) \tag{5}$$

En la tabla 1, se observa la sección del código en el que se implementaron los cálculos mencionados anteriormente:

Tabla 1 Sección de código para la implementación del sensor

```
//cálculos para obtener la aceleración angular
dt = (millis()-tiempo_prev)/1000.0;
tiempo_prev=millis();
//Calcular los ángulos con acelerómetro
float accel_ang_x=atan(ay/sqrt(pow(ax,2) + pow(az,2)))*(180.0/3.14);
//Calcular ángulo de rotación con giroscopio y filtro complemento
//El filtro de complemento nos ayuda a tener un desfase menor en el ángulo cuando
//el giroscopio está en reposo
ang_x = 0.98*(ang_x_prev+(gx/131)*dt) + 0.02*accel_ang_x;
```

Resumen de resultados

Dentro de los resultados cualitativos obtenidos se encuentra el desarrollo de un prototipo funcional del simulador de conducción automotriz con tecnologías 4.0, en el cual se integró un sensor de movimiento en los lentes de realidad virtual, al momento de realizar una prueba de conducción de un auto. Mediante estas lecturas el sistema fue capaz de enviar señales al sistema de control para finalmente mover el actuador en respuesta a los movimientos registrados, lo cual brindó una sensación real de manejo.

Por otro lado, se lograron implementar distintas tecnologías de vanguardia y se implementó el diseño mecatrónico en el cual se integró el diseño conceptual, el diseño de detalle, el modelado 3D, la programación, electrónica y la realidad aumentada.

Conclusiones

Los resultados muestran que los sistemas automatizados que cuentan con la integración de tecnología de realidad virtual son capaces de brindar experiencia similar al estar en un ambiente real. Así mismo, esta etapa del proyecto permitió validar el sistema de control, el cual al ser desarrollado en una plataforma abierta lo que permite que el proyecto sea flexible y posteriormente se pueda implementar en una segunda etapa con otras tecnologías complementarias para potencializar el uso. Por ejemplo, se abre la posibilidad de desarrollar aplicaciones de realidad aumentada que cuenten con características específicas acorde a las necesidades del usuario.

Recomendaciones

Para futuras etapas del proyecto se pueden implementar un mayor número de grados de libertad para mejorar la experiencia de manejo en el simulador y con ello poder utilizarlo en diferentes ámbitos o situaciones este dispositivo.

Agradecimientos

Se agradece la participación de los alumnos: Lujan González Israel, Navarro Santana Diana, Ortiz Aguilar Macoy y Torres Ángeles Emmanuel del programa educativo Ingeniería Mecatrónica, en el desarrollo del proyecto. Y al CONCYTEQ por el apoyo al Programa de Nuevos Talentos.

Referencias

- Aznar Díaz I., Trujillo Torres J. M., Romero Rodríguez J. M., "Estudio bibliométrico sobre la realidad virtual aplicada a la neurorrehabilitación y su influencia en la literatura científica", *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud* 2018;29(2).
- Lawson G., Salantri D., Waterfield B., "Future directions for the development of virtual reality within an automotive manufacturer", *Applied Ergonomics*, Volume 53, Part B, March 2016, Pages 323-330.
- SOFT, A. (2018). AR SOFT COMPANY. Obtenido de Simuladores Interactivos de realidad virtual.: arsoft-company.com/simuladores-interactivos-de-realidad-virtual/
- Virtuales, S. (2017). Simuladores Virtuales. Obtenido de Formula 1: <https://www.simuladoresvirtuales.com/simulacion-virtual/formula-1/>
- Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," *Transactions of ESMA*, Vol. 15, No. 30, 2007.
- Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," *Interfaces*, Vol. 5, No. 3, 2003.

Notas Biográficas

El **M en C José Marcos Zea Pérez** es profesor de Ingeniería Mecatrónica en la *Universidad Politécnica de Querétaro*. Actualmente cursa estudios de doctorado en el CIATEQ

. La **M en C Gloria Flor Mata Donjuan** es profesor de Ingeniería Mecatrónica en la *Universidad Politécnica de Querétaro*.

La **M en C Madeleine Medina** es profesor de Ingeniería Mecatrónica en la *Universidad Politécnica de Querétaro*.

El **M en C Arturo Hernández Hernández** es profesor de Ingeniería Mecatrónica en la *Universidad Politécnica de Querétaro*. Actualmente cursa estudios de doctorado en el *ITQ*.

El **Dr. Víctor Martínez Fuentes** es profesor de Ingeniería Mecatrónica en la *Universidad Politécnica de Querétaro*. Tuvo su grado de maestro y doctor en el *CICATA-IPN unidad Querétaro*. Tiene tres patentes sobre instrumentos térmicos y artículos relacionados a la medición de temperatura. Dos libros publicados sobre Metrología. Actualmente es consultor en metrología en algunas empresas de evaluación de la conformidad.

DISEÑO DE UN ESQUEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE ACCESO VEHICULAR EN ZONAS RESIDENCIALES

Dr. Gustavo Zepeda Valles¹, Dr. Aldonso Becerra Sánchez²,
M.C. Uriel Ramírez-García Correa³, M.C. Santiago Esparza Guerrero⁴ y Raziél Yair Vidaña Dávila⁵

Resumen— En la actualidad, la construcción de zonas residenciales con acceso restringido ha ido en aumento a causa de los altos niveles de inseguridad que se mantienen en el país, por lo que más personas deciden habitar estos lugares, de ahí que la administración de la zona y sus accesos cuando ya está en funcionamiento se vuelven una necesidad prioritaria que atender para garantizar la seguridad. El presente trabajo, muestra el diseño de una solución digital para mejorar los procesos de administración y de control de acceso en zonas residenciales con entrada restringida. Contemplando la información que maneja el entorno actual que incluye domicilios, residentes, visitantes, estado financiero: ingresos y egresos, organización directiva: presidente y tesorero. La solución utiliza la interacción con todos los integrantes de esta demarcación para realizar todas las acciones de gestión y acceso con un procedimiento más organizado con un registro digital disminuyendo considerablemente el tiempo.

Palabras clave— Control de Acceso, Zona Residencial, Arquitectura de Software, Gestión de información.

Introducción

Con la necesidad de la seguridad patrimonial y personal, el lugar donde habitan las personas se vuelve un punto vulnerable que sirve como objetivo de ataque o robo dirigido a sus pertenencias o privacidad, lo que puede llegar a afectar su salud (ya sea física o mental), por ello se optó por construir zonas de acceso restringido a personas ajenas al lugar con malas intenciones, también conocidas como intrusos, además de esta cualidad estas zonas se enfocan en que la tranquilidad del habitante abunde, al no ser molestado con visitas espontáneas o sonidos por parte de algún vecino, siendo un recinto cerrado o delimitado por algún método físico como una valla de seguridad.

Aunque hace algunos años este modelo de urbanización convenció gracias a su sustento meramente teórico, al momento de ponerlo en práctica se revelaron elementos que pueden ser dañados de la idea principal que no se tomaron a consideración y que con el paso del tiempo fueron mermando los objetivos de esta zona, uno de los ejemplos más importantes es la entrada y la salida de los individuos que viajan en vehículos, ya que a través de un guardia de seguridad con métodos de registro anticuados de papel y tinta les concede el acceso, sin previo aviso al residente que lo recibe, sin valorar si entra en calidad de intruso y oponiendo la mínima resistencia de seguridad al ser persuadido sin contar con las herramientas para hacerlo, además de no tener un registro ordenado donde almacenar el histórico y gestionar la información de forma adecuada con el fin de mejorar el servicio y los objetivos principales.

Para la problemática mencionada se han intentado implementar herramientas tecnológicas generales con la intención de mitigarlo, pero no han producido valor en los usuarios finales por no adaptarse al contexto real y haciendo más complicados los procesos; siendo soluciones que se quedan a medio camino al momento del proceso de implementación.

Lo anterior, provoca la necesidad de una solución personalizada para el entorno real que considere completamente todos los aspectos que se requieran, progresando verdaderamente en una respuesta eficaz a la situación actual para todos los involucrados en el problema y aumentando la buena experiencia a los usuarios finales y estar satisfechos con el concepto a fin de implementar realmente la herramienta tecnológica que satisfaga las necesidades

¹ El Dr. Gustavo Zepeda Valles es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. gzepeda@uaz.edu.mx

² El Dr. Aldonso Becerra Sánchez es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. a7donso@uaz.edu.mx

³ El M.C. Uriel Ramírez-García Correa es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. uramirezgc@uaz.edu.mx

⁴ El M.C. Santiago Esparza Guerrero es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. chago@uaz.edu.mx

⁵ Raziél Yair Vidaña Dávila es estudiante de Ingeniería de Software de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. razielyairdavila@gmail.com

de los colonos, del propio comité de vecinos, de las diferentes personas que deseen ingresar a la zona residencial, como visitas, prestadores de servicios, entre otros.

Descripción del Método

El diseño de una solución personalizada para la administración y control de acceso vehicular a zonas residenciales se vuelve importante y relevante en las siguientes vertientes: Residentes, con la finalidad de cuidar su patrimonio, seguridad y privacidad., Empresas de seguridad, brindando un mejor servicio velando por el bienestar de los residentes., Visitantes invitados a la zona, mejorando su experiencia en el lugar mejorando el posicionamiento en el mercado de la solución. Encargados administrativos de la zona mejorando toda la gestión de la información. Todas estas ideas aportan al sustento de los objetivos planteados en un principio que deben mantenerse en todo momento.

A fin de contextualizar el problema para comprender mejor la solución se presenta una definición del concepto de zona residencial basado en lo escrito por la real academia española (RAE), se considera como “una parte de terreno o de superficie perteneciente a la ciudad que, encuadrada entre ciertos límites, físicos o administrativos, destinados principalmente a lugares cerrados y cubiertos de cierta calidad, construidos para ser habitados por los residentes”, es decir, las personas que están establecidas en un lugar en este caso la zona residencial. Estos individuos durante su estancia generarán información, es decir, conjunto de datos relacionados, que al ser almacenados durante cierto tiempo se vuelven datos históricos que muestran cómo se fue comportando el objeto de estudio. Referente a este caso en particular la administración de la zona incluye su información financiera principalmente ingresos, que según la RAE son definidos como “todo aquel capital que entra a determinado método de almacenamiento de recursos económicos”, en nuestro caso todas las aportaciones que se incorporen a la cuenta de los administradores. Dicha cuenta servirá para saciar los egresos definidos como la salida de capital de un determinado método de almacenamiento (RAE, 2018), es decir, todos aquellos gastos que se realizan los administradores desde su cuenta para mantenimiento y operaciones de la zona residencial.

Estas zonas al ser un lugar restringido su entrada y salida están gestionadas por un control de acceso que según Villegas (2017), en la página de su empresa de seguridad lo define como aquella entidad compuesta por software o hardware que protegen un recurso para que sólo lo usen aquellos a quienes se les permite usarlo a través de un proceso de identificación. Actualmente existen en el mercado dos tipos de esquemas de control de acceso: autónomos y comunicados con la red. El primero permite controlar solo las puertas de entrada sin estar conectados a un sistema central que maneje los datos de acceso, es decir, no guarda registro de los eventos. Tal es el caso de acceso con identificación por llave electrónica o por proximidad. El segundo tipo integra una conexión a un sistema de software que puede estar centralizado y con la opción de ser remoto o local, este software realiza un registro de cada evento realizado por la entidad física acceso, como lo es una puerta, guardando fecha, hora y método de identificación (Villegas, 2017).

A partir de estas definiciones el diseño propuesto se basa en una entidad que mezcla el software con el hardware en un esquema en red para almacenar la mayor información posible que permita un rastreo en caso de un incidente, además de una mayor prevención de estos sucesos, saciando de esta manera el problema en el que se encuentran las zonas residenciales, las cuales están estancadas en cuestión de seguridad, con métodos de acceso muy rudimentario he incluso se podría decir que anticuado, dejando que desear en muchos aspectos, por lo cual vehículos externos a las privadas pueden ingresar con facilidad a ésta, ocasionando en algunos casos que personas ajenas a la privada puedan robar o delinquir dentro de la misma provocando inconformidades o quejas de los residentes.

Otra de las carencias a solucionar en estas zonas es la gestión de los datos tales como domicilios, residentes, ingresos, egresos, control de mantenimiento y organización de las zonas residenciales, que su manejo se vuelve un proceso tardado y desconfiado. Y Aunque hasta la fecha los intentos de migrar a un entorno digital han sido fallidos debido al uso de hojas de cálculo como repositorio de información, tal es el caso de Excel que provoca un “Excel caos” (Diaz, 2014).

Al considerar estas dos problemáticas se plantea la solución a nivel arquitectónica presentada en el modelo C4, que integra el contexto, los contenedores, los componentes y el código (Brown, 2018). Más específicamente lo define como un enfoque simple para crear mapas de su código y un conjunto de diagramas jerárquicos que puede utilizar para describir la arquitectura de su software en diferentes niveles de zoom, cada uno es útil para diferentes audiencias. creado por Simon Brown, un consultor independiente especializado en arquitectura de software.

Tomando este modelo el primer diagrama es el de contexto (ver Figura 1), el cual muestra el sistema de software, es decir, el conjunto de programas que sirven para interactuar controlando el hardware (Martos, 2012). en el que nos concentramos en analizar en color azul claro, haciendo notar cómo encaja en el mundo en términos de las

personas que lo utilizan en este caso los residentes y visitantes, además de cómo se comunica e interactúa con los otros sistemas en este caso mecánico para el acceso de vehículo.

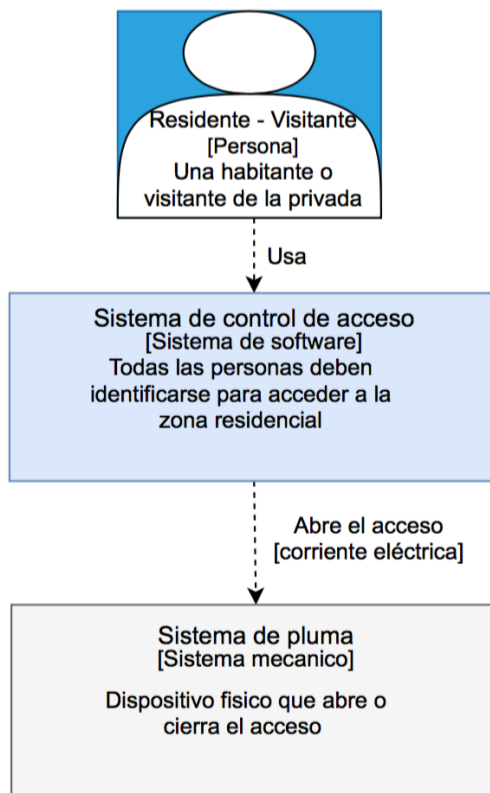


Figura 1. Diagrama C1 de Administración y Control de Acceso

Continuando con la propuesta de la solución, se detalla el sistema de control de acceso en el siguiente diagrama de contenedor (ver Figura 2), en el cual se pueden observar las dos aplicaciones de acceso al usuario. La primera, una aplicación web, es decir, una aplicación informática distribuida cuya interfaz de usuario es accesible desde un cliente web, que se puede mostrar a través de un navegador (Sevilla, 2012). La segunda, por medio de los dispositivos móviles por medio de una interfaz sencilla e intuitiva. Ambas aplicaciones muestran la opción de acceso a la zona de forma remota desde un lugar cercano al sistema mecánico, guardando de esta manera toda la información de usuario, dispositivo y fecha de acceso en una base de datos relacional, es decir, una recopilación de elementos de datos con relaciones predefinidas entre ellos organizados como un conjunto de tablas para guardar información con columnas almacenando un tipo de dato y filas que representan una recopilación de los valores relacionados (Amazon, 2019). Usan como intermediario de comunicación al sistema, el cual valorará la identificación y los parámetros que se deben tener para poder acceder de una manera rápida, por lo que la comunicación se da a través de JSON (JavaScript Object Notation) un formato ligero de intercambio de datos, fácil de leer y escribir para los humanos al ser un texto que es completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones que son familiares para los programadores propiedades que lo hacen un lenguaje ideal para el intercambio de datos y el protocolo HTTPS disminuyendo tiempos de respuesta (json.org, 2019).

Para atender más problemas la aplicación web mostrará aún más información en apartados como el financiero que ayudará a formalizar las cantidades de dinero que entran y salen de la organización de la privada por los encargados que son dados de alta en su puesto, a partir un previo registro como residente de la zona facilitando la gestión de recursos. Además de un apartado de suma importancia que consiste en un formulario que será llenado por los residentes con información de la visita que esperan con el objetivo de que esta sea mejor atendida al momento de entrar al lugar utilizando una de las aplicaciones para accionar el sistema mecánico.

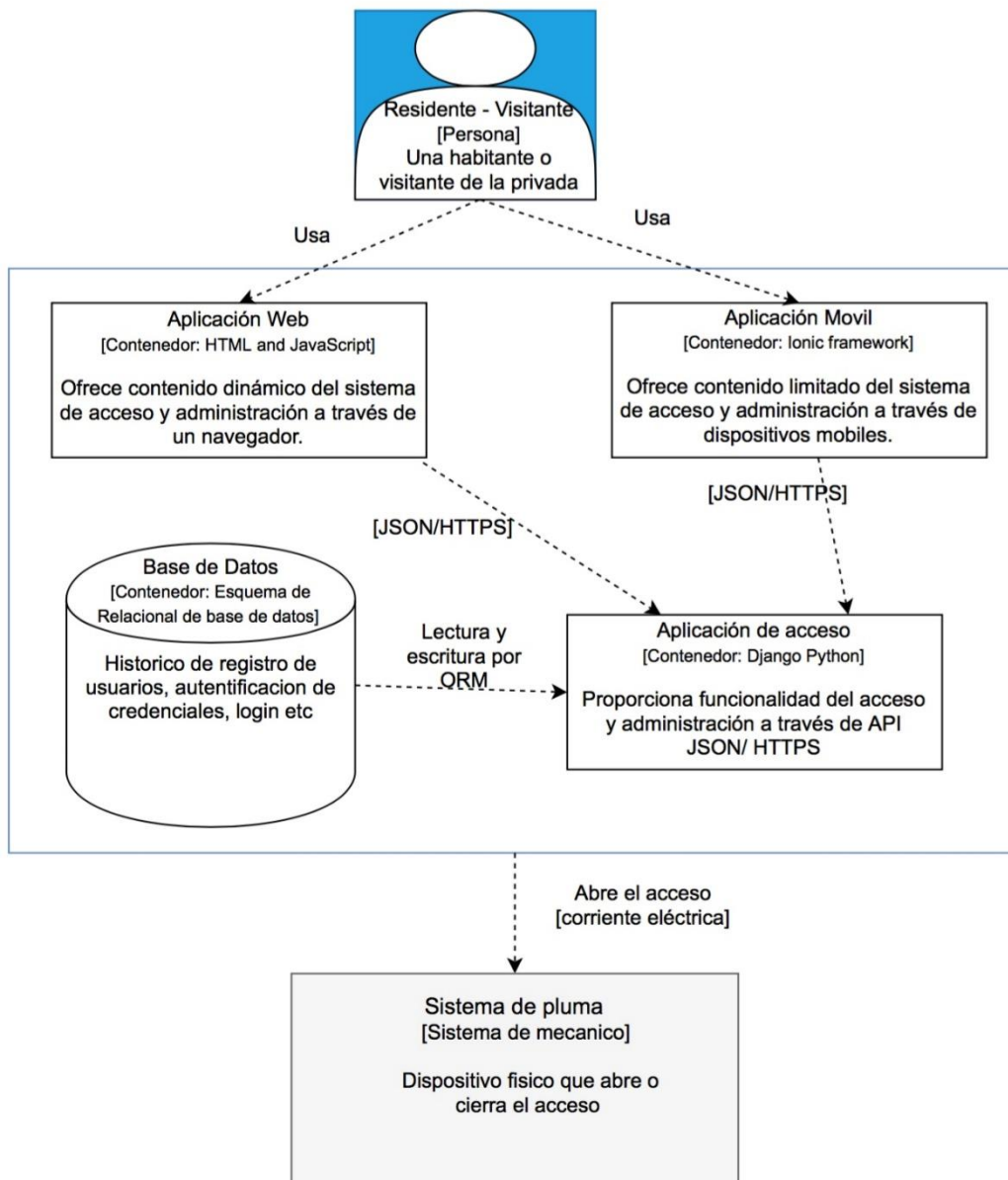


Figura 2. Diagrama C2 de Administración y Control de Acceso

Como tercer nivel se expande el contenedor de aplicación de acceso, en la Figura 3 se muestra el diagrama C3, mostrando los siguientes componentes para su funcionamiento:

Login, encargado de comunicar con la base de datos a fin de autenticar por medio de credenciales a todo aquel usuario que intente entrar al sistema

Residentes, encargado crea y edita la información de los habitantes de la zona con el fin de tener un histórico de información y relacionarlos con todas las actividades que realizan mejorando la administración del lugar

Visitantes, para el previo registro de la visita.

Acceso, encargado de registrar todos los intentos por entrar a la zona y será el determinante para conceder o negar el acceso con el sistema mecánico, con ayuda de un algoritmo que evaluará tanto la información que recibe, así como la almacenada en la base de datos. Todos estos componentes serán servicios es decir que se podrán consumir desde ambas aplicaciones y solo intercambiando la información sin considerar la presentación de ella.

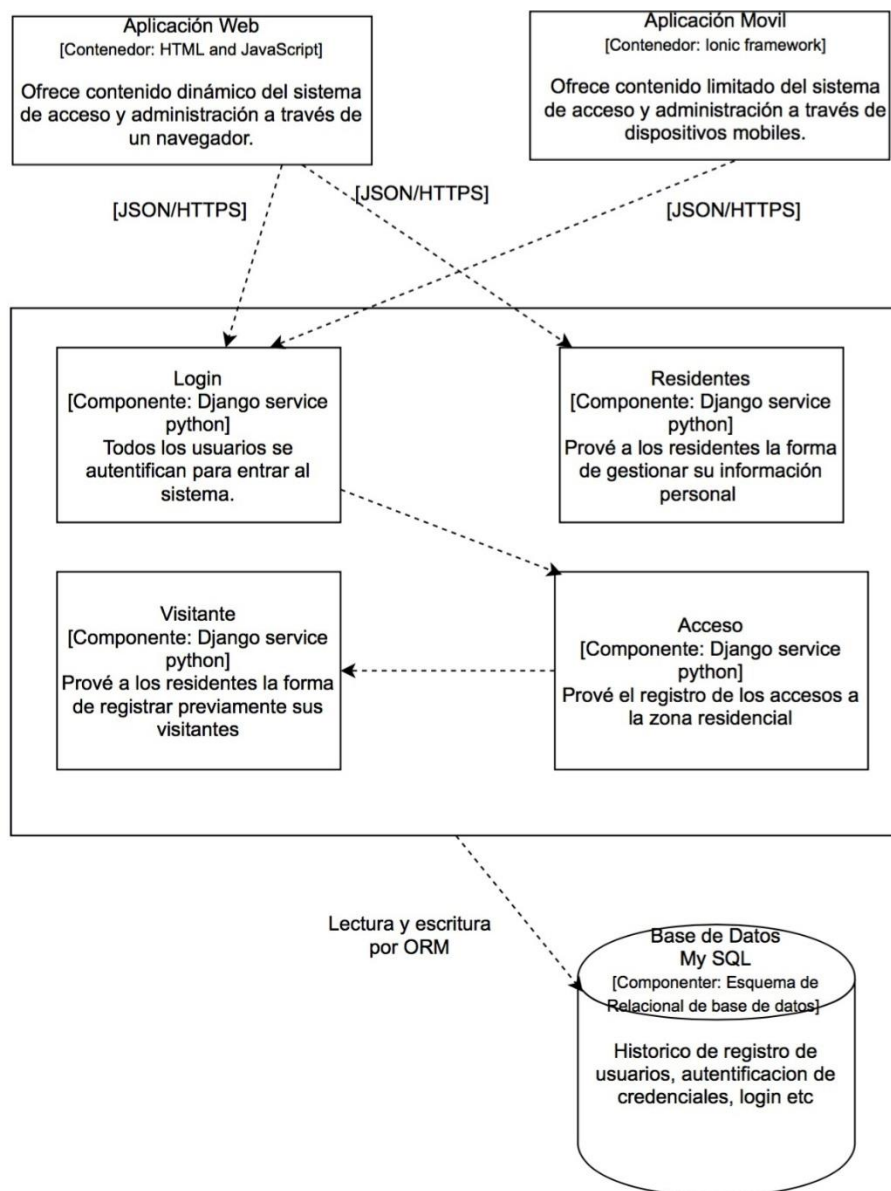


Figura 3. Diagrama C3 de Administración y Control de Acceso

En cuanto a la elección de tecnologías se buscaron herramientas que facilitaran el desarrollo siendo el framework Django la opción más apta gracias a su facilidad de aprendizaje, mantenimiento constante, versatilidad y uso de Python un lenguaje de programación actualmente se encuentra en el quinto lugar de popularidad según la publicación de Hacker Rank (Vivek, 2019). Además, para gestionar la información se eligió el sistema manejador de base de datos MySQL por su soporte a grandes cantidades de datos, su simplicidad y rapidez. Y un Lenguaje de Marcado para Hipertextos (HTML) para la construcción de ambas aplicaciones de usuario que ayudan a representar visualmente la información tal y como lo señala el sitio oficial de los desarrolladores de Mozilla (MDN Web Docs, 2019).

El desarrollo de este trabajo se muestra hasta el nivel 3 con el fin de ser versátil a la decisión de los futuros desarrolladores quienes podrán construir los servicios de tal manera que tengan la mayor disposición de consultas y tiempo activos, además de mejorar el rendimiento, es decir disminuir el tiempo de respuesta a la aplicación.

Después de ser construido el sistema puede ser implementado en un ambiente real con el siguiente flujo para el residente tomando como precondition que ya fue registrado y ha proporcionado las credenciales correctas para autenticarse en el sistema.

1. El residente se dirige al menú de acceso en alguna de las aplicaciones (móvil o web), elige la opción de entrar a la zona.
2. El sistema registra el intento, verifica que el residente contenga todos los pagos de servicio hasta la fecha y que la solicitud provenga de un dispositivo cercano a la ubicación del sistema mecánico mandando una señal a este último para conceder el acceso.
En el caso del visitante, el flujo consiste en lo siguiente:
 1. El residente registra la visita.
 2. El sistema proporciona las credenciales necesarias para que el visitante acceda al sistema.
 3. El visitante accede al sistema en alguna de las aplicaciones (móvil o web), se dirige al menú de acceso y elige la opción de entrar a la zona.
 4. El sistema registra el intento, verifica que el residente que lo reciba contenga todos los pagos de servicio hasta la fecha y que la solicitud provenga de un dispositivo cercano a la ubicación del sistema mecánico, mandando una señal a este último para conceder el acceso.

Comentarios Finales

En este trabajo se planteó el diseño de un sistema de administración y control de acceso. Los resultados obtenidos son un diseño arquitectónico de software que va desde la interacción con los usuarios y otros sistemas hasta la elección de tecnología de los componentes necesarios para desarrollar el sistema pasando por una abstracción de los contenedores del sistema, todo esto considerando los procesos actuales y la información que se tiene y se puede extraer del contexto actual. Todo lo anterior, con el firme objetivo de ser implementado en las zonas residenciales reales para digitalizar sus procesos y mejorar tanto la calidad del servicio impartido por las empresas de seguridad, la administración que lleva los encargados, la seguridad y privacidad de los residentes, y la experiencia de usuario de los visitantes que acuden a la zona.

Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se proporciona el diseño de un sistema de administración y control de acceso de forma digital y más organizado disminuyendo el tiempo y esfuerzo que actualmente consume estas tareas, además, se proporciona un mejor control de la información al estructurarla y ordenada dando más claridad a todos los interesados sobre la administración de la zona y en un futuro auxiliar en la toma de decisiones de acuerdo con los históricos registrados. Todo esto a través de la interacción del usuario con el sistema por medio de una interfaz amigable y fácil de usar con campos de llenado automático en una herramienta propia de manejo de información. La solución propuesta atenderá las carencias que actualmente mantienen las zonas residenciales a fin de maximizar los ideales que motivaron este tipo de asentamientos desde sus inicios, además de crear nuevas ventajas de habitar este tipo de asentamientos que permitan escalar en gran medida el servicio que se ofrece en privacidad y seguridad.

Referencias

- Amazon Web Services. (2019). ¿Qué es una base de datos relacional? Recuperado el 20 de octubre de 2019. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/relational-database/>
- Brown, S. (2018). El modelo de documentación C4 para arquitectura de software. Recuperado el 17 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.infoq.com/br/articles/C4-architecture-model/>
- Json.org. (2019). Introduciendo JSON. Recuperado el: 12 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.json.org/>
- Martos, A. (2012). Introducción a la informática. Edición 2012. Ediciones Anaya Multimedia.
- MDN web docs. (2019). Tecnología web para desarrolladores. Mozilla. Recuperado el 10 de octubre de 2019. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>
- Real Academia Española. (2018). Diccionario de la Lengua Española. Recuperado el 5 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.rae.es/>
- Universidad de Sevilla. (2012). Introducción a las aplicaciones web. Capítulo 3, Aplicaciones web. Recuperado el 3 de octubre de 2019. Disponible en: http://meteo.ieec.uned.es/www_Usumeteo2/Memoria/Capitulo3.pdf
- Villegas, J. (2017). Sistema Control Acceso. Recuperado el 9 de septiembre de 2019 Disponible en: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>

CUANTIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE AMILOSA Y AMILOPECTINA Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL DE ALMIDÓN DE RIZOMA DE PLÁTANO MACHO (MUSA PARADISIACA L.)

Ing. Mauricio Zequeida Irra¹, M.C. Alejandra Flores Castro², M.C. Lorena Landa Habana³, Dra. Adriana Galicia Sosa⁴ y M.C. José Odín Méndez Ríos⁵

Resumen: Los almidones de fuentes no convencionales, como el almidón de rizoma de plátano, en ocasiones superan o igualan las capacidades funcionales de los almidones convencionales, las cuales son diferentes gracias a la fuente de la cual es extraído. En la actualidad la principal fuente de extracción de almidón es el maíz, por los altos costos de producción es que se buscan fuentes alternativas para la extracción de dicho polisacárido. Se determinó el contenido de amilosa (29.20%) y amilopeptina (70.80%) de igual manera se midió la capacidad funcional en las que se determinó la viscosidad (500Cp), temperatura de gelatinización (81°C), claridad de las pastas (5.69% de transmitancia a 650nm), índice de absorción de agua (2,6%), índice de solubilidad en agua (0.1%), poder de hinchamiento (2.6%) y la estabilidad a la refrigeración (sinéresis día 1: 32%, día 2: 36%, día 3:43%) y congelación (sinéresis día 1: 59%, día 2: 66%, día 3:69%).

Palabras clave: Almidón, Rizoma, Plátano macho, Musa paradisiaca L. Propiedades funcionales.

Introducción

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las musáceas, que consta de un tallo subterráneo denominado cormo o rizoma, del cual brota un pseudo tallo aéreo, en cuyo interior crece el tallo verdadero. El rizoma, emite raíces y yemas laterales que formarán los hijuelos o retoños (Guerrero, 2010).

Químicamente el almidón es un polisacárido el cual es utilizado de reserva por las plantas superiores que consta de dos homopolímeros de la glucosa unidos a través de los enlaces α -1-4 y α -1-6 (la amilosa y la amilopeptina) en las plantas.

Los almidones nativos poseen características especiales que confieren capacidades específicas tales como la viscosidad, la claridad de los geles, la solubilidad, la capacidad de retención del agua e hinchamiento; estas propiedades son de suma importancia en diferentes tipos de industria principalmente en la alimentaria.

En el interior de los gránulos de almidón se encuentra un arreglo semicristalino el cual se debe al ordenamiento y la longitud de las cadenas de amilopeptina (Hizukuri, 1986) (Oates, 1997) (Robin, C., et al. 1974).

El objetivo del presente trabajo es aislar el almidón del rizoma de plátano y evaluar sus características moleculares usando diferentes técnicas instrumentales comparando sus características con las de un almidón comercial (almidón de maíz).

Desarrollo

Contenido de amilosa y amilopeptina

Se cuantificó en contenido de amilosa de los gránulos de almidón de rizoma de plátano mediante el método descrito por el Laboratorio de calidad nutricional de maíz y análisis de tejido vegetal con ciertas modificaciones.

¹ El Ing. Mauricio Zequeida Irra, egresado de la licenciatura de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco. mauricioirra@gmail.com (Autor correspondiente)

² La M.C. Alejandra Flores Castro, docente y jefa del departamento de Planeación, programación y presupuestación, del Instituto Tecnológico de Acapulco. alefc@hotmail.com

³ La M.C. Lorena Landa Habana, docente y Subdirectora académica del Instituto Tecnológico de Acapulco. lorena_landa_habana@yahoo.com.mx

⁴ La Dra. Adriana Galicia Sosa, jefa del departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco y profesora adscrita al departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco. agsosa2001@yahoo.com.mx

⁵ M.C. José Odín Méndez Ríos, Jefe de docencia de proyectos de ciencias básicas y profesor adscrito al departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco. joseodin_22@hotmail.com

Primeramente se procedió a desengrasar la muestra con éter de petróleo en un extractor continuo de tipo Soxhlet, durante 6 horas, posteriormente se dejó evaporar el éter a temperatura ambiente.

Para la extracción de la amilosa se pesaron 20 mg de muestra desengrasada en tubos con capacidad de 50 ml a los cuales se les agregó 0.2 ml de etanol al 95%, 1,8 ml de hidróxido de sodio 1M lo cual se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas (sin agitar el tubo). Al día siguiente se ajustó el volumen a 20 ml con agua destilada y se agitó con fuerza.

Para la reacción colorimétrica se tomó 1 ml de la solución y se trasladó a tubos con capacidad de 50 ml, se le añadieron 2 ml de ácido acético 1M, después se le agregaron 0.4 ml de solución de lugol y se ajustó el volumen a 20 ml con agua destilada. Se agitó la mezcla y se dejó que se desarrollara el color por 20 minutos (proteger la mezcla de los tubos de luz).

Nota: La solución de lugol debe protegerse de la luz y hacerse cada día de análisis.

Para la curva estándar se preparó una solución concentrada de 1 mg/ml de amilosa en agua destilada la cual se leyó la absorbancia a 620 nm junto con las muestras ver tabla 1.

| Tubo num. | Sol. Concentrada de amilosa 1 mg/ml (ml) | Ácido acético (1 Mol/ml) (ml) | Solución de yodo (ml) | de NaOH (0.09 M) (ml) | Agua destilada (ml) |
|-----------|--|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | 0.0 | 0.20 | 0.40 | 1 | 18.40 |
| 2 | 0.2 | 0.04 | 0.08 | 0 | 19.68 |
| 3 | 0.4 | 0.08 | 0.16 | 0 | 19.36 |
| 4 | 0.6 | 0.12 | 0.24 | 0 | 19.04 |
| 5 | 0.8 | 0.16 | 0.32 | 0 | 18.72 |
| 6 | 1 | 0.20 | 0.40 | 0 | 18.40 |

Tabla 1. Curva estándar de amilosa.

Cálculos:

Curva estándar de amilosa (curva de calibración).

Desarrollar una curva de calibración con cantidades conocidas de amilosa, de 0 a 1 mg. Graficar las lecturas de absorbancia a 620 nm como una función de la cantidad y calcular la pendiente de la curva estándar.

Cálculo del porcentaje de amilosa.

La cantidad de amilosa en cada muestra se estima utilizando las ecuaciones siguientes.

1. Determinar la ecuación de regresión relacionando la cantidad de amilosa en la solución estándar con la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro. Aplicar la fórmula de regresión siguiente:

$$Yg = a(x) + b$$

Donde Yg son las unidades de absorbancia a 620 nm; a es la pendiente; x la cantidad de amilosa; y b la intersección (esto corresponde a la AP "aproximación de absorción").

2. Para calcular la cantidad de amilosa en la muestra: 1) reste el valor del blanco al de la lectura de absorbancia de la muestra; 2) reste la intersección; y 3) divida la absorbancia corregida por la pendiente. La ecuación general para calcular la cantidad del por ciento de amilosa es:

$$\% AM = ((x)(d)) \left(\frac{100}{f} \right)$$

Donde:

x = cantidad de amilosa (mg)

d = factor de dilución (por ejemplo, 20 para una dilución 1:19); y

f = peso original de la harina (20 mg).

Caracterización funcional del almidón.

Viscosidad.

Se determinó la viscosidad mediante un viscosímetro Brookfield modelo VL series por el método (ISI, 2002). Para la viscosidad del almidón de rizoma y el almidón de maíz se prepararon soluciones de almidón pesando 5 gramos de almidón y aforando a 100 ml con agua destilada (5%), ya preparadas las soluciones se llevaron a ebullición hasta la formación del gel, se dejaron enfriar a 25 °C y se midió la viscosidad. La viscosidad se midió a 30 rpm con un eje del número 4 y 60 rpm con el eje número 3 respectivamente.

Temperatura de gelatinización.

Se determinó la temperatura de gelatinización mediante la técnica de (Grace, 1977). Se preparó una solución de almidón pesando 5 gramos de almidón y aforando a 50 ml con agua destilada ya preparada la solución se llevó a baño maría a una temperatura de 85 °C agitándose con ayuda del termómetro hasta la formación del gel.

Claridad de la pasta.

La claridad de las pastas se determinó mediante el método de (Craig, Maningat, Seib, & Hosney, 1989). Se pesaron 0.05 g de almidón en tubos a los cuales se les agregó 5 ml de agua destilada, los tubos fueron colocados a baño maría durante 30 min con agitación cada 5 minutos a velocidad media con ayuda de un vortex, se dejó enfriar la preparación para proceder a leerse en un espectrofotómetro UV/VIS ESPECTROPHOTOMETER modelo AE-S60-2UPC.

Índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento.

La determinación del índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH) se realizó mediante el método descrito por (Anderson, Conway, Pheiser, & Griffin, 1969) con algunas modificaciones. Se pesaron 0.25 g de muestra en tubos para centrifuga los cuales fueron secados con anterioridad a 60 °C durante 24 hrs a los cuales se les agregaron 6 ml de agua destilada precalentada a 60 °C los cuales se agitaron en un vortex a velocidad baja. Posteriormente se colocaron en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos. Los tubos se centrifugaron a 4 000 rpm durante 20 minutos, el sobrenadante se decantó en un vaso de precipitados tarado y se secó en una estufa a 70 °C durante 24 horas, finalmente se registró el peso del gel y el peso del vaso con los solubles.

Los índices se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$IAA = \frac{\text{peso del gel}}{\text{peso de la muestra}}$$

$$ISA = \frac{(\text{peso de solubles})(\text{volumen})(10)}{\text{peso de la muestra}}$$

$$PH = \frac{\text{peso del gel}}{\text{peso de la muestra} - \text{peso de solubles}}$$

Estabilidad a la refrigeración y congelación.

La estabilidad del almidón a diferentes temperaturas se llevó a cabo mediante el método reportado por (Eliasson & Ryang, 1992) con algunas modificaciones. Se preparó una pasta de almidón al 5% de la cual se pesaron 10 g en tubos para centrifuga, se cerraron herméticamente y se mantuvieron en refrigeración a 4 °C y congelación a -10 °C durante 3 días, posteriormente se dejaron a temperatura ambiente durante 5 horas y se centrifugaron a 1 000 rpm por 15 minutos.

La sinéresis se midió con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{liquido separado (g)}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

Pruebas y resultados

Contenido de amilosa y amilopectina

El contenido de amilosa y amilopectina se encuentra expresado en la tabla 2 teniendo como resultado para el almidón de rizoma de plátano un contenido de amilosa de 29.20% y un 70.80% de amilopectina. Mientras que para el almidón de maíz se obtuvieron contenidos de 30.02% y 69.98% de amilosa y amilopectina respectivamente, siendo ligeramente más elevado que el almidón de rizoma de plátano.

Sin embargo en estudios realizados por Hernández Medina y colaboradores en 2008, obtuvieron resultados de 28.3% y 71.7% en contenidos de amilosa y amilopectina respectivamente para el almidón de maíz.

| Componente (%) | Almidón de Rizoma de plátano | Almidón de maíz |
|----------------|------------------------------|-----------------|
| Amilosa* | 29.20±0.08 | 30.02±0.01 |
| Amilopectina** | 70.80 | 69.98 |

Tabla 2. Resultados del contenido de amilosa y amilopectina.

*Medida de tres repeticiones ± error estándar.

**Calculado por diferencia.

La amilosa es un componente importante ya que gracias a ella se llevan a cabo los procesos gelificación y retrogradación del almidón cuando este es cocinado y almacenado.

El contenido de estos dos componentes, así como el de los análisis proximales determinaran las características estructurales y funcionales de los almidones, condicionando con esto a que alimento pueden se agregados.

Caracterización funcional del almidón.

Viscosidad.

En el Tabla 3 se observa las diferentes viscosidades encontradas en los almidones analizados, en el almidón de rizoma de plátano se obtuvo una viscosidad de 500 cP mientras que en el almidón de maíz se obtuvo una viscosidad mayor la cual fue de 970 cp. Esto es debido a la relación entre el contenido de amilosa y amilopectina en los dos almidones y el tamaño del gránulo (Alvis, Vélez, Villada, & Rada-Mendoza, 2008).

| Almidón | Viscosidad (cP) |
|-------------------|-----------------|
| Rizoma de plátano | 500±3 |
| Maíz | 970±6 |

Tabla 3. Viscosidad (cP) de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

Temperatura de gelatinización.

La temperatura de gelatinización (Tabla 4) del almidón de rizoma de plátano es elevada siendo esta de 81°C mientras que la del almidón de maíz es de 66°C mostrando una gran diferencia entre ellas mismas.

A mayor temperatura de gelatinización en los almidones nativos refleja una mayor estabilidad interna del gránulo (mayor zonas semicristalinas y mayor contenido de amilosa) (Imberty, Chanzy, Pérez, Bulèon, & Tran, 1988). Los resultados son similares a los obtenidos por (Rodríguez, 2000) los cuales van de 75- 86°C en almidón nativo de diferentes variedades de ñame.

| Almidón | Temperatura (°C) |
|-------------------|------------------|
| Rizoma de plátano | 81±0.5 |
| Maíz | 66±0.5 |

Tabla 4. Temperatura de gelatinización (°C) de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

Claridad de la pasta.

En el Tabla 5 se observan los valores obtenidos, el almidón de maíz presentó mayor transmitancia la cual fue de 23.10 lo cual quiere decir que este tipo de almidón forma geles más claros que los formados por el almidón de rizoma de plátano el cual dió como resultado una transmitancia de 5.69%.

La claridad de las pastas de almidón va de la mano con el contenido de amilosa, a menor contenido de esta incrementa la claridad y el poder de hinchamiento (Novelo & Betancur, 2005).

| Almidón | Transmitancia (%) a 650 nm |
|-------------------|-------------------------------|
| Rizoma de plátano | 5.69±0.51 |
| Maíz | 23.10±0.2 |

Tabla 5. Transmitancia (%) de las pastas de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

Índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento.

En la Tabla 6 se resumen los resultados de IAA, ISA y PH. El índice de absorción de agua no presentó variación significativa entre ambos almidones analizados, almidón de rizoma de plátano y el almidón de maíz, 2.66% y 2.44% respectivamente. Tomando en cuenta que los gránulos del almidón de maíz son de menor tamaño que los del almidón de rizoma de plátano, podemos decir que los gránulos del almidón de maíz absorben más agua a la hora de someterse a un tratamiento térmico. En estudios realizados por (Alvis, Vélez, Villada, & Rada-Mendoza, 2008) reportan resultados similares para cuatro variedades de almidón de ñame (2.32-2.39 %).

El índice de solubilidad en agua indica la capacidad de disolverse en el agua así como también de asociación de las moléculas de agua con los polímeros del almidón la amilosa y amilopectina formando enlaces triangulares (Araujo, Rincón, & Padilla, 2004).

El índice de absorción de agua obtenido por los almidones estudiados es similar entre sí siendo de 0.1% para el almidón de rizoma de plátano y de 0.2% para el almidón de maíz resultados inferiores a los descritos por (Alvis, Vélez, Villada, & Rada-Mendoza, 2008) en los almidones de ñame (1.25% - 2.79%).

El menor índice de solubilidad de los almidones puede deberse al contenido de amilopectina presente en ellos, en investigaciones se plantean que las ramificaciones de amilopectina de las moléculas de almidón y los tamaños de gránulos pequeños facilitan la entrada de agua en los espacios intramoleculares y con ello la solubilidad de las moléculas.

El poder de hinchamiento es la capacidad que tiene el almidón de retener agua, el cual es otorgado por el contenido de amilopectina ya que la amilosa reduce esta propiedad (Cheng, Tsai, & Tseng, 1996), en los almidones estudiados no se presentó gran diferencia en dicha propiedad, en el almidón de rizoma se obtuvo un 2.6% mientras que en el almidón de maíz se obtuvo 2.5%.

| Almidón | IAA | ISA | PH |
|-------------------|----------|----------|----------|
| Rizoma de plátano | 2.6±0.09 | 0.1±0.01 | 2.6±0.09 |
| Maíz | 2.4±0.05 | 0.2±0.03 | 2.5±0.06 |

Tabla 6. Índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH) de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

Estabilidad a la refrigeración y congelación.

La estabilidad a la refrigeración y la congelación representa la expulsión de agua (sinéresis) contenida en los geles formados por los almidones como consecuencia de la reorganización de las moléculas de los geles formados (Betancur Ancona, 2001). En refrigeración a 4°C el gel de almidón de rizoma de plátano desde el día número 1 obtuvo una sinéresis muy alta de 32 % mientras que el almidón de maíz solamente tuvo una sinéresis del 1%, en el día número 2 la sinéresis en el almidón de rizoma de plátano aumentó a 36% y al día número 3 aumentó nuevamente al 43% mientras que el gel de almidón de maíz la sinéresis se mantuvo estable en los dos últimos días en la Figura 1 se puede apreciar lo ya mencionado.

La estabilidad a la congelación a -10°C el almidón de rizoma de plátano de igual manera que en la refrigeración en el día número 1 se registró una sinéresis alta, del 32% mientras que el gel del almidón de maíz presentó una sinéresis del 1%, en el día número 2 el gel de almidón de rizoma de plátano presentó una sinéresis del 66% y la del almidón de maíz aumentó al 7% y por último en el día 3 al gel del almidón de maíz tuvo un aumento considerable en la sinéresis el cual fue de 45% mientras que el gel del almidón de rizoma de plátano aumentó al 69%.

En las Figuras 1 y 2 se representa gráficamente lo antes explicado, (Soni, Sharma, Srivasta, & Gharia, 1990) menciona que al someter a los geles de los almidones a ciclos sucesivos tanto de refrigeración como congelación la estructura de estos se ve afectado por este proceso ya que hay una distribución y dilución de los geles de almidón de igual manera se ve afectado por el crecimiento y deshielo de los cristales de agua formados a la hora del congelamiento.

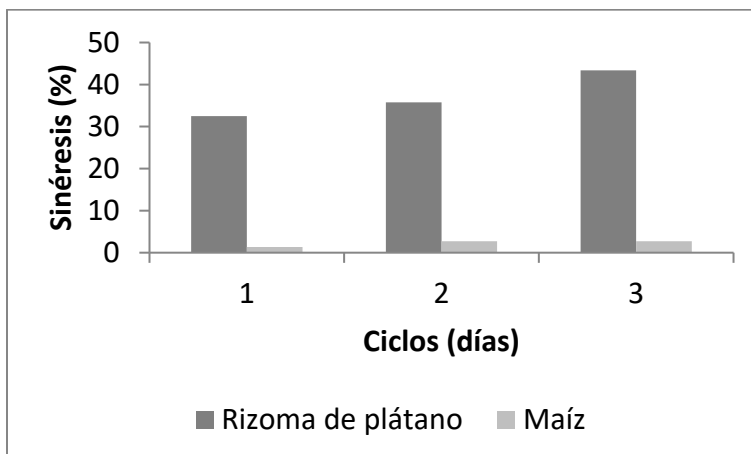


Figura 1. Estabilidad a la refrigeración (4 °C) de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

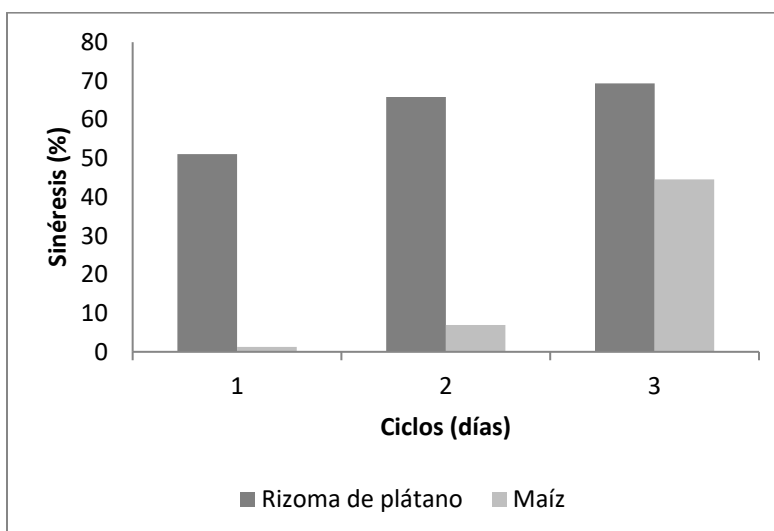


Figura 2. Estabilidad a la congelación (-10 °C) de los almidones de rizoma de plátano y maíz.

Conclusiones

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Identificar las características funcionales del almidón de rizoma de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.), con el fin de obtener un nuevo producto con diversas aplicaciones en el ramo de los alimentos.

El contenido de amilosa y amilopeptina influyen en las capacidades funcionales de los almidones (gelificación y retrogradación), los almidones con mayor contenido de amilosa presentan mayor velocidad de retrogradación, sin embargo la longitud de las cadenas de amilopeptina influyen considerablemente en este fenómeno.

La capacidad funcional del almidón de rizoma de plátano es muy diferente con respecto a la del almidón de maíz sin embargo se puede emplear en la elaboración de productos que necesitan las capacidades que este almidón presenta. Hablando de la viscosidad ya que presenta una viscosidad muy baja puede ser utilizada como aditivo en la elaboración de natillas o cremas, gracias a la alta temperatura de gelatinización se puede emplear en productos que manejen altas temperaturas durante su proceso de elaboración como por ejemplo los productos enlatados los cuales requieren un tratamiento térmico de esterilización.

Los geles obtenidos con este almidón son geles oscuros debido a que el alto contenido de proteína favorece a la formación de compuestos coloridos dando lugar a la reacción de Maillard, por lo que este almidón no puede ser utilizado para la elaboración de jarabes con alto contenido de glucosa. Sin embargo pueden ser empleados en

alimentos poco transparentes tales como: los aderezos, los productos cárnicos, las bebidas concentradas tipo néctar o los productos de panificación.

El almidón de rizoma de plátano presentó mayor poder de hinchamiento que el almidón de maíz pudiendo ser empleado por esta característica en alimentos que requieran retención de agua tales como embutidos o jaleas.

De acuerdo los resultados obtenidos en la estabilidad a la congelación el almidón de rizoma de plátano puede ser empleado en aquellos alimentos que requieren ser almacenados en refrigeración y necesitan cierta exudación de humedad para proporcionar una apariencia fresca, como los flanes o salsas.

Referencias

- Alvis, A., Vélez, C., Villada, H., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físicoquímico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información tecnológica*, 19-28.
- Anderson, R., Conway, H., Pheiser, V., & Griffin, E. (1969). Gelatinisation of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*.
- Araujo, C., Rincón, A., & Padilla, F. (2004). Characterisation of Dioscorea bulbifera native starch. *Arch. latinoam. nutr.*, 241-245.
- Betancur Ancona, D. (2001). Caracterización Molecular, Nutricia y Funcional de Almidones de Phaseolus lunatus y Mucuna pruriens. México. Tesis (Doctorado en Ciencias, Alimentos), Instituto Politécnico Nacional.
- Cheng, Y., Tsai, M., & Tseng, K. (1996). Effect of amylose content on the rheological property of rice starch. *Cereal Chemistry*, 415-420.
- Craig, S., Maningat, C., Seib, P., & Hoseney, R. (1989). Starch Paste Clarity. *Cereal Chem.*
- Eliasson, A. C., & Ryang, H. K. (1992). Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pate during freeze-thaw treatments. *Journal of Texture Studies*, 279-296.
- Galicia, L.; Miranda, A.; Gutierrez, M.G.; Custodio, O.; Rosales, A.; Ruiz, N.; Surles, R.; Palacios, N. (2012) Laboratorio de calidad nutricional de maíz y análisis de tejido vegetal : protocolos de laboratorio 2012.
- Grace, M. R. (1977). Elaboración de la yuca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO).
- Guerrero, M. (2010). Guía Técnica: Cultivo de Plátano. El Salvador: Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal "Enrique Alvarez Cordoba".
- Hernández Medina, M., Torruco Uco, J., Chel Guerrero, L., & Betancur Ancona, D. (2008). Caracterización físicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*.
- Hizukuri, S. (1986). Polymodal distribution of the chain lengths of amylopectins and its significance.
- Imberty, A., Chanzy, H., Pérez, S., Bulèon, A., & Tran, V. (1988). The double-helical nature of the crystalline part of A-starch. *Journal of Molecular Biology*, 365-378.
- ISI. (2002). Determination of viscosity of starch by Brookfield. . Laboratory methods.
- Novelo, C. L., & Betancur, A. D. (2005). Chemical and functional properties of Phaseolus lunatus and Manihot esculenta starch blends. *Starch/Stärke*, 431-441.
- Oates, C. G. (1997). Towards and understanding of starch granules structure and hydrolysis.
- Robin, J. P., C. Mercier, R., Charbonniere, & Guilbot, A. (1974). Litnerized starches. Gel filtration an enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch.
- Soni, P., Sharma, H., Srivasta, H., & Gharia, M. (1990). Physicochemical properties of Canna edulis starch: comparison with maize starch. Germany: VCH Verlagsgesellschaft mbh.

Notas Biográficas

El **Ing. Mauricio Zequeida Irra**, titulado de la de la licenciatura de Ingeniería Bioquímica con especialidad en alimentos del Instituto Tecnológico de Acapulco, ha participado activa y entusiastamente en todas las actividades que se le han sugerido durante su formación académica en el área intra y extra curricular que le han permitido potenciar sus habilidades dentro del ámbito de las competencias educativas y formativas, ha participado como ponente en congresos nacionales e internacionales tales como Academia Journals Tepic 2019 y el congreso internacional de innovación, tecnología y sustentabilidad 2019.

La **M.C. Alejandra Flores Castro**. Docente con 10 años de experiencia. Jefa de Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Maestra en Ciencias en Productos Bióticos del IPN. Ha sido revisora de tesis y asesor de proyectos de residencias profesionales. Es líder de proyecto de investigación financiado por el Tecnológico Nacional de México "Evaluación de la calidad de tortillas de harina de maíz (Zea mays) nixtamalizada, adicionadas con rizoma de plátano (Musa paradisiaca), adscrito a la línea de investigación "Desarrollo e Innovación de Ingredientes Funcionales". Ha participado en el diseño y actualización del módulo de especialidad Ciencia de Alimentos por competencias en el año 2017 del programa Educativo de Ingeniería Bioquímica, elaborando el programa de la asignatura de Ingeniería de Alimentos. Su último trabajo de investigación presentado fue en el Foro de estudios sobre Guerrero 2018.

La **M.C. Lorena Landa Habana**. Docente con 15 años de experiencia, perfil PRODEP del Instituto Tecnológico de Acapulco. Maestra en Ciencias en el área de Matemática Educativa. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores COCYTIEG. Miembro de la Asociación Mexicana de Ciencias de los Alimentos. A.C. y miembro de la línea de Investigación Educativa: Docencia y Aprendizaje. Es líder del proyecto de investigación registrado ante el Tecnológico Nacional de México " Deconstrucción de la práctica Espectrofotométrica en el área de Ingeniería

Bioquímica del Instituto Tecnológico de Acapulco”, adscrito a la línea de investigación educativa "Docencia y Aprendizaje".

Ha participado en la actualización y diseño del módulo de la especialidad por competencias de Ciencias y Tecnología de Alimentos del programa de Ingeniería Bioquímica. Revisor de tesis para titulación, asesor interno de residencias profesionales durante 10 años y tutora de estudiantes de Ingeniería Bioquímica. Ha participado como ponente en congresos nacionales e internacionales tales como Academia Journals Chetumal 2018 y en el Foro de Estudios sobre Guerrero, entre otros. Su último artículo indexado es Reconstitución de prácticas sociales de modelación: lo lineal a partir de análisis químicos. El caso de la curva de calibración. Revista de Investigación Educativa de la Rediech. Año 8. Número 15. Octubre 2017-Marzo2018. ISSN 2007-4336. http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie_rie_rediech/issue/view/17.

La **Dra. Adriana Galicia Sosa**. Docente con 25 años de experiencia, perfil PRODEP del Instituto Tecnológico de Acapulco. Doctora en Ciencias en el área de Matemática Educativa. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores COCyTIEG y líder de la línea de Investigación Educativa: Docencia y Aprendizaje. Es líder del proyecto de investigación financiado por el Tecnológico Nacional de México "Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional a partir de modelación de procesos químicos vinculados con el sector de servicios de alimentos", adscrito a la línea de investigación "Desarrollo e Innovación de Ingredientes Funcionales". Ha participado en el diseño y actualización del módulo de especialidad Ciencia de Alimentos por competencias en el año 2017 del programa Educativo de Ingeniería Bioquímica, elaborando el programa de la asignatura de Ingeniería de Alimentos. Ha participado como ponente en congresos tales como Academia Journals Chetumal 2018 y en la XXX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa 2017, entre otros. Su último artículo publicado es: La modelación exponencial como práctica de matemáticas para estudiantes de ingeniería a partir de un proceso industrial de enfriamiento. El caso de la curva de calibración. Libro Electrónico: Compendio de Investigación Academia Journals Chetumal 2018 con ISBN 978-1-939982-37-7. https://drive.google.com/drive/folders/1QDdG4gf9GM21lg7hACmXrOvFi-NvJ_Pf.

El **M.C. José Odín Méndez Ríos**. Docente con 25 años de experiencia y Jefe de Proyectos de Docencia de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Acapulco. Maestro en Ciencias en Educación. Ha sido presidente y secretario de academia de Ciencias Básicas. Ha participado en la actualización y diseño del módulo de la especialidad por competencias de Ciencias y Tecnología de Alimentos del programa de Ingeniería Bioquímica. Revisor de tesis para titulación, asesor interno de residencias profesionales durante 16 años y tutor de estudiantes de Ingeniería Bioquímica. Ha participado en congresos nacionales e internacionales como parte de comité organizador, logística y como expositor de carteles. Ha sido jurado y asesor en concursos de ciencias básicas en el área de química etapa local y regional.