

# Evaluación de un Sistema Experimental para el Tratamiento de Agua de Lluvia

Ing. María Concepción Domínguez Osorio<sup>1</sup>, MIPA. Mario José Romellón Cerino<sup>2</sup>, MC. Carlos Alberto Torres Balcázar<sup>3</sup>, Dra. Rocío López Vidal<sup>4</sup>, Dr. Gaspar López Ocaña<sup>5</sup>.

**Resumen-** En este estudio se realizaron pruebas de operación de un sistema experimental de tratamiento de agua de lluvia, verificando la calidad del agua tratada para ver el cumplimiento de la normatividad vigente. Estas unidades son una alternativa para prevenir o mitigar los riesgos que se presentan ante la falta del desabasto de agua a los que están expuestas las comunidades. Los resultados demuestran que el sistema de tratamiento es eficiente y económico con respecto a los sistemas convencionales ya este sistema reduce un 68.9% de CE, 97.85% de SDT, 98.90 % de turbiedad y 88.68% de color, lo cual la hace factible para el aprovechamiento humano, pues se logra cumplir con los criterios de 5 UNT y 20 UC en agua potable según lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994.

**Palabras clave**— Filtración con gravilla-arena, agua pluvial, Filtración con carbón activado, Turbiedad y Color.

## INTRODUCCIÓN

La expansión acelerada que han tenido los desarrollos humanos en los últimos años en el mundo ha provocado que temas como del agua potable, el cambio climático, las energías renovables, la huella hídrica y el desarrollo sustentable, entre otros; sean de gran interés para el hombre se desea mitigar en cierta medida el impacto que se ha generado al planeta y desacelerar el deterioro del mismo. El agua es uno de los tesoros más preciados para el desarrollo de una población, ya que todos los seres vivos requieren de un suministro diario de este elemento, para realizar sus actividades cotidianas sin ningún inconveniente.

Cada día nos enfrentamos a una progresiva reducción de la dotación de las principales fuentes de agua dulce que es utilizada para abastecer a las ciudades y no conviene esperar a que las autoridades resuelvan el problema de abastecimiento de manera unilateral, pues éste es un problema que rebasa las capacidades de una sola instancia (Adler, et al., 2018). De las diversas fases del ciclo del agua; la precipitación, en cualquiera de sus formas (agua o nieve), constituye la principal fuente para la mayoría de los usos humanos y de los ecosistemas. Esta precipitación es recogida por las plantas y el suelo, un porcentaje se evapora a la atmósfera mediante la evapotranspiración, otro porcentaje se acumula en capas de hielo y en los glaciares y el otro va hacia escurrimientos superficiales, lagos o humedales, para la distribución de la precipitación promedio anual (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2018).

Las aportaciones del ciclo hidrológico no ofrecen garantía, ya que dos tercios de la población mundial viven en zonas que reciben una cuarta parte de la precipitación anual del mundo. Actualmente, en las regiones de África, Asia, América Latina y el Caribe, la escasez del agua dulce con adecuada calidad y cantidad está surgiendo como uno de los problemas más críticos (Anaya Garduño, 2017). La sequía es uno de los eventos hidrometeorológicos que están tomando peso en el ámbito técnico- científico, debido a los estragos que ha causado en diferentes partes del mundo, fenómeno que se puede definir dependiendo del impacto en diversos sectores de la sociedad, generando una definición de “sequía” un carácter local y regional, por lo que es vano pensar en generalizar la definición del concepto (Wilhite, 2020). El estado de Tabasco (al sureste de México), se ha visto afectado en los últimos años por la sequía, con base en la extensión geográfica del estado, se tiene registrado el 48.71% como “anormalmente seco”, el 10.52% como “moderada” y dejando solamente un 40.76% sin afectación por este fenómeno (CONAGUA, 2018).

Existen diversos estudios que indican que la captación de agua de lluvia constituye una solución para el abastecimiento de agua, ya que se ha convertido en una medida amigable, económica y ecológicamente en la gestión de agua urbana; implementándose también en las instalaciones de infiltración para la recarga de aguas subterráneas, y, por lo tanto, en la restauración del ciclo hidrológico en las zonas urbanas (Hyoungjun, et al., 2018). El sistema de captación de Agua Pluvial (SCAP) inicia con la captación pluvial es la recolección del escurrimiento de lluvia sobre una superficie para propósitos de aprovechamiento; existiendo una gran variedad de técnicas de los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (García Velázquez, 2012), donde la clasificación de los SCAP está en función de la escala con la que cuente el sistema.

<sup>1</sup> Ing. María Concepción Domínguez Osorio. Estudiante de la Maestría en Ingeniería, Tecnología y Gestión Ambiental UJAT. [dominguezosorio1996@gmail.com](mailto:dominguezosorio1996@gmail.com)

<sup>2</sup> MIPA. Mario José Romellón Cerino. Profesor-investigador Instituto Tecnológico de Villahermosa. E-mail: [mjrcerino@gmail.com](mailto:mjrcerino@gmail.com)

<sup>3</sup>MC. Carlos Alberto Torres Balcázar. Profesor-investigador de la DACBIOL-UJAT, México. E-mail: [ing\\_carlos\\_torres@msn.com](mailto:ing_carlos_torres@msn.com).

<sup>4</sup>Dra. Rocío López Vidal. Profesor-investigador de la DACBIOL-UJAT, México. E-mail: [rociolv33@hotmail.com](mailto:rociolv33@hotmail.com).

<sup>5</sup>Dr. Gaspar López Ocaña. Profesor-investigador de la DACBIOL-UJAT, México. E-mail: [ocanagl77@hotmail.com](mailto:ocanagl77@hotmail.com).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio.

La unidad experimental se encuentra en Villahermosa, Tabasco, en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), en el área de Planta Piloto de Humedales Experimentales del Laboratorio de Tecnología del Agua, (N 17° 59'26"; W 92 58'16").

### Elementos que integraran el sistema de captación de agua pluvial

Para la captación del agua de lluvia se utilizó la techumbre que cubre el cárcamo-cisterna de la DACBiol UJAT, que es de policarbonato verde transparente con 6.5 m ancho x 7.5 m de largo con espesor de 0.01 m. siendo que el criterio utilizado para determinar la demanda es que en todas las viviendas de la zona urbana se puede implementar un SCAP. La conducción y captación del agua de la superficie se realiza mediante una tubería de 8" de Ø, con codos y accesorios de este mismo diámetro de PVC hidráulico. La unidad experimental consta de un tanque receptor de agua pluvial y uno con medios filtrantes, con capacidad de 200 L, con grava (0.3 m de altura con 0.5-0.8 cm de Ø), arena (0.3 m de altura con 2 mm de Ø), carbón activado (0.2 m de altura con 0.8 mm de Ø) y zeolita (0.2 m de altura con 0.8 cm de Ø), posteriormente el agua es recepcionada en un tanque con capacidad de 1200 L. En esta primera etapa el agua puede ser utilizada como agua para uso doméstico en aseo general y demás usos del hogar (Domínguez Osorio, et al., 2021). Posteriormente el agua almacenada para hacerla potable de consumo humano es llevada mediante una bomba de 1 HP a una batería de filtración que consiste en cuatro filtros en serie de 4" de Ø con una altura de 1.2 m, los primeros tres filtros cuentan con tres secciones con 30 cm de gravilla (0.5 cm de Ø), 30 cm de arena sílice (0.8 mm de Ø) y 30 cm de carbón activado. El último filtro cuenta con una altura de 1 m de carbón activado. Finalmente, el agua filtrada para consumo humano es recepcionada en un recipiente de 60 L donde entra en contacto con hipoclorito de sodio de fase sólida dosificando aproximadamente 3 mg/L asegurando la eliminación de patógenos que pudiesen pasar el sistema de filtración, para todo este proceso se tomaron los criterios de diseño de CEPIS (2004) y Anaya (2017).

### Evaluación de la Calidad del Agua de Lluvia

La evaluación consistió en analizar la calidad del agua de lluvia captada con respecto a los límites máximos permisibles señalados en la NOM127-SSA1-1994 mediante el análisis del agua que se captó. Para ello se requirió de un muestreo y una evaluación de la calidad del agua captada. Con los resultados obtenidos se propuso el uso del Agua tratada.

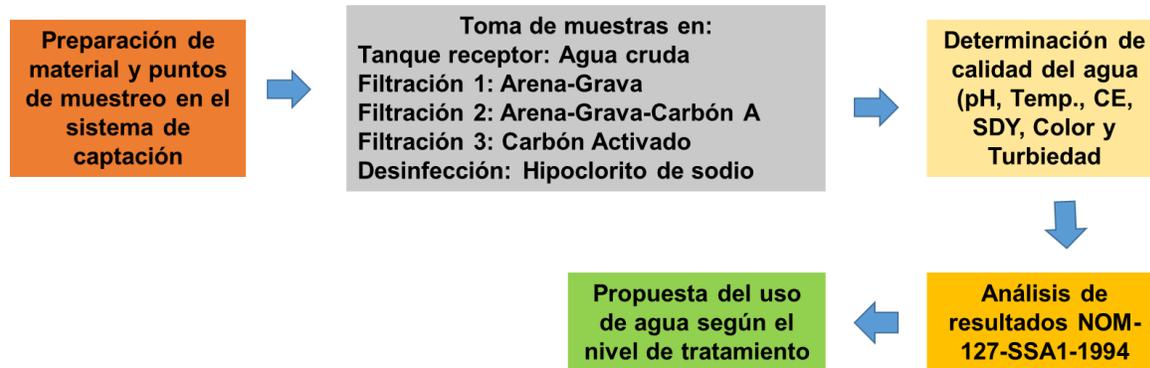


Figura 1. Evaluación de la calidad del agua de lluvia.

Fuente: Elaboración propia.

### Muestreo y caracterización del agua de lluvia

Se tomaron tres simples en intervalos de tres horas continuas durante las 24 horas del día. Los horarios de muestreos que se propusieron fueron: 8:00 am, 11:00 am, 2:00 pm y de 3:00 pm a 6:00 pm se muestreo 2 días de la semana de 2 meses diferentes (septiembre 2021-octubre 2021) y (diciembre 2021-enero 2022) durante la jornada de un día se promediaron. Para la determinación de los parámetros analizados se utilizaron 4 equipos de análisis, la turbidez se obtuvo por medio de un turbidímetro Hanna HI98703 con precisión de 0.01 NTU (SM 2130B), el color fue medido con el equipo LaMotteMR TC-3000 (método estándar 2120B), la temperatura (SM 2550), los SDT (SM 2540), CE (SM 2510B) y pH (SM 9040b) fueron medidos con el equipo Hanna combo HI98129.

### Diseño Experimental

Para este diseño experimental, se trabajó con un análisis de varianza que incluía un nivel, tipo de parámetros, cada tratamiento se corrió por triplicado. Para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para este proyecto se utilizó el paquete estadístico STARGHAPIC 7.0MR, se le aplicó un análisis estadístico ANOVA

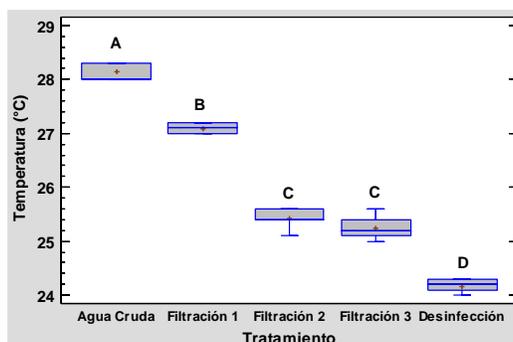
para cuando los datos funcionaban de forma paramétrica y un análisis de varianza Kruskal-Wallis para cuando los datos no eran paramétricos.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de tratabilidad evaluando parámetros fisicoquímicos.

### Temperatura

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. El tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en el tratamiento Desinfección con  $24.2^{\circ}\text{C}$  ( $Q_1=24.02$ ,  $Q_3=24.3$ ), seguido de Filtración 3 con  $25.2^{\circ}\text{C}$  ( $Q_1=25.1$ ,  $Q_3=25.4$ ) y el valor mediano más alto se encuentra en el tratamiento Agua cruda  $28.0^{\circ}\text{C}$  ( $Q_1=28.0$ ,  $Q_3=28.3$ ) (Figura 9).

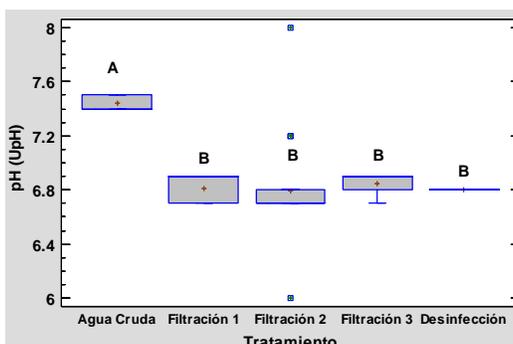


**Figura 2.** Valores de la variable Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

### Potencial de hidrógeno

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de pH (UpH) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. EL tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en el tratamiento Filtración 2 con 7.4 UpH ( $Q_1=6.7$ ,  $Q_3=6.8$ ), seguido del tratamiento Desinfección con 6.8 UpH ( $Q_1=6.8$ ,  $Q_3=6.8$ ) y el valor de mediana más alto se encuentra en tratamiento Agua Cruda con 7.4 UpH ( $Q_1=7.4$ ,  $Q_3=7.5$ ).



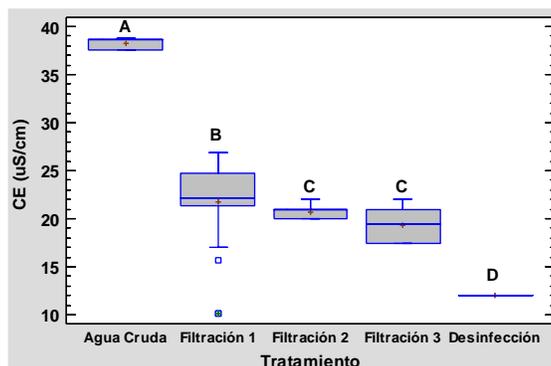
**Figura 3.** Valores de la variable pH (UpH) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

### Conductividad Eléctrica

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. La Figura 11, muestra las tendencias la variable CE en los tratamientos. EL tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en el tratamiento Desinfección

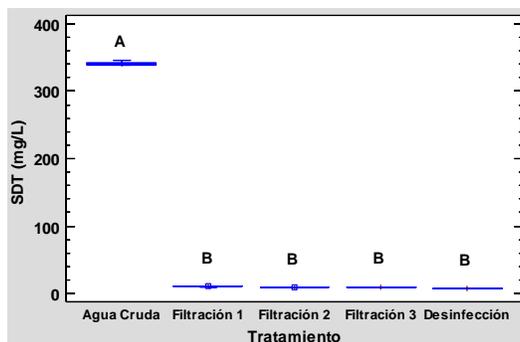
con 12.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $Q_1=12.0$ ,  $Q_3=12.0$ ), seguido del tratamiento Filtración 3 con 19.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $Q_1= 17.5$ ,  $Q_3= 21.0$ ) y el valor de mediana más alto se encuentra en tratamiento Agua Cruda con 38.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $Q_1=37.5$ ,  $Q_3= 38.7$ ).



**Figura 4.** Valores de la variable CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.  
Fuente: Elaboración propia.

### Sólidos Disueltos Totales

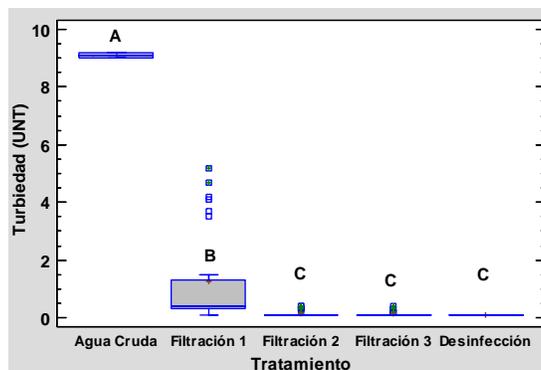
La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de SDT (mg/L) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. La Figura 12, muestra las tendencias la variable SDT en los tratamientos. EL tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en el tratamiento Desinfección con 7.3 mg/L ( $Q_1=7.2$ ,  $Q_3=7.5$ ), seguido del tratamiento Filtración 3 con 9.15 mg/L ( $Q_1= 8.7$ ,  $Q_3= 9.6$ ) y el valor de mediana más alto se encuentra en tratamiento Agua Cruda con 341.1 mg/L ( $Q_1= 341.1$ ,  $Q_3= 341.2$ ).



**Figura 5.** Valores de la variable SDT (mg/L) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.  
Fuente: Elaboración propia.

### Turbiedad

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Turbiedad (UNT) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. La Figura 13, muestra las tendencias la variable Turbiedad en los tratamientos. EL tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en los tratamientos Desinfección, Filtración 2 y Filtración 3 con 0.1 UNT ( $Q_1=0.1$ ,  $Q_3=0.1$ ) y el valor de mediana más alto se encuentra en tratamiento Agua Cruda con 9.1 UNT ( $Q_1= 9.0$ ,  $Q_3= 9.19$ ).

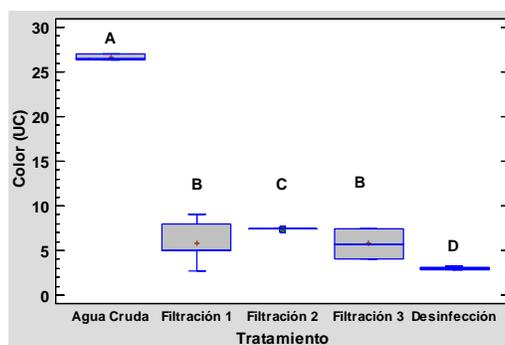


**Figura 6.** Valores de la variable Turbiedad (UNT) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

### Color

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Color (UC) dentro de cada uno de los 5 niveles de Tratamientos son iguales. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza. La Figura 14, muestra las tendencias la variable Color en los tratamientos. EL tratamiento con el valor de mediana más bajo se encuentra en el tratamiento Desinfección con 3 UC ( $Q_1=2.9$ ,  $Q_3=3.1$ ), seguido del tratamiento Filtración 1 con 5.0 UC ( $Q_1= 5.0$ ,  $Q_3= 7.9$ ) y el valor de mediana más alto se encuentra en tratamiento Agua Cruda con 26.5 UC ( $Q_1= 26.4$ ,  $Q_3= 26.6$ ).



**Figura 7.** Valores de la variable Turbiedad (UNT) ( $N=30$ ). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ( $p<0.05$ ), al 95 % nivel de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

### COMENTARIOS FINALES

Los resultados demuestran que con una filtración básica se reduce un 68.9% de CE, 97.85% de SDT, 98.90 % de turbiedad y 88.68% de color, lo cual la hace factible para el aprovechamiento humano, pues se logra cumplir con los criterios de 5 UNT y 20 UC en agua potable según lo establecido en la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Este sistema experimental podrá brindar una alternativa sustentable para abastecer del líquido vital agua a una familia de cuatro a doce individuos, considerando que en algunos meses no hay suficiente lluvia para abastecer conforme lo establece la OMS.

### RECOMENDACIONES

Aunque los resultados de turbiedad son viables en estas condiciones de filtración del agua de lluvia, es importante evaluar otros parámetros (físicos, químicos y microbiológicos) de la NOM-127-SSA1-1994 para asegurar que el agua puede ser de consumo humano. Del mismo modo se requiere que aunado a este sistema de captación se instale o construya una cisterna con capacidad de almacenamiento de 6 m<sup>3</sup> para almacenar agua suficiente para los meses con menor precipitación. Es importante considerar que estos sistemas alternativos son para coadyuvar a abastecer de agua a aquellas comunidades que no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable convencional para satisfacer sus necesidades básicas.

## BIBLIOGRAFIA

- Adler, et al., 2018. Proyecto. Captación de agua lluvia en México. [Fecha de consulta 04 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/colecta-de-agua-pluvial-como-medida-para-el-aprovechamiento-sustentable-de-la-energia>
- Anaya, G. M. 2017. Aprovechamiento de agua de lluvia, Calidad, cantidad y abastecimiento continuo para diversos usos. Colegio de Postgraduados. 274 p.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (CEPIS). 2004. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. OPS/CEPIS/PUB/04.109. <http://www.cepis.ops-oms.org>
- García Velázquez, J. H., 2012. Sistema de Captación y Aprovechamiento Pluvial para un Ecobarrio de la Cd. de México. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hyoungjun, et al., 2018. Captación de agua pluvial para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México mediante sistemas de infiltrómetros. Recuperado el 6 de septiembre de 2021, de Instituto Politécnico Nacional.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2018. Collection and treatment of rainwater. Retrieved on May 16, 2021.
- Wilhite, 2020. Gestión sostenible del agua. Recuperado el 13 de julio de 2021, de Cambio climático y posibles escenarios futuros: <http://gsagua.com/cifras-y-hechos-del-agua/cambio-climatico-y-posibles-escenarios-futuros/>

## NOTAS BIOGRÁFICAS

La **Ing. Amb. María Concepción Domínguez Osorio** es estudiante de la Maestría en Ingeniería, Tecnología y Gestión Ambiental en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Desarrolla su tesis de posgrado en Sistema de captación y tratamiento del agua de lluvia para una comunidad rural en Tabasco.

El **MIPA. Mario José Romellón Cerino** es Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito Instituto Tecnológico de Villahermosa.

El **MC. Carlos Alberto Torres Balcázar** es Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito a la División Académica de Ciencias Biológicas en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Miembro del cuerpo académico de ingeniería y tecnología ambiental CA-UJAT-259.

La **Dra. Rocío López Vidal** es Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito a la División Académica de Ciencias Biológicas en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Miembro del cuerpo académico de ingeniería y tecnología ambiental CA-UJAT-259.

El **Dr. Gaspar López Ocaña** es Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito a la División Académica de Ciencias Biológicas en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Es Responsable del Laboratorio de Tecnología del Agua. Miembro del cuerpo académico de ingeniería y tecnología ambiental CA-UJAT-259.

# Comportamiento de Material de Relleno en Plataforma en el Estado de Querétaro y Evaluación de su Comportamiento para Utilizarse como Capa Subrasante en Estructuras de Pavimento de Vialidades Locales

Heriberto Galván Pérez M.I.V.T<sup>1</sup>

**Resumen**— Cuando los materiales que conforman la sección estructural de un pavimento se ven sometidos a un gran número de aplicaciones de carga son afectados por esfuerzos de fatiga, debido a repetidas sollicitaciones, estos materiales empiezan a fracturarse o bien a acumular deformaciones dependiendo de su rigidez

En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo, utilizando pruebas de placa para la capacidad de carga, obteniendo los valores de módulos resilientes utilizados en el diseño de estructuras de pavimento y con ello evaluar la mejora en la capa subrasante.

**Palabras clave**—Módulo resiliente, subrasante, pavimento, deformación.

## Introducción

Obtener la capacidad de carga de un material para ser utilizado en el diseño de estructuras de pavimento suele ser en muchas ocasiones empírico. El método más convencional para dicho fin, sigue siendo el del Instituto de ingeniería de la UNAM, creado por Santiago Corro Caballero. En el momento del diseño se evalúan las cargas repetitivas que la estructura recibe y de diferentes pesos, es por eso que los materiales que la conforman deben ser de una calidad mínima que sean capaces de soportar ese tipo de esfuerzos a lo largo del periodo de diseño de una vialidad. El módulo de elasticidad del suelo, en este caso módulo resiliente, es un valor que se obtiene mediante una fórmula empírica basada en datos estadísticos con los cuales debe tenerse cuidado al momento de comenzar a diseñar. Establecer un valor referenciado a experiencia, suele en ocasiones limitar el uso de este tipo de materiales, conocer un valor más cercano a comportamiento particular puede otorgar grandes beneficios tanto en costo como en capacidad estructural. Se realizaron 6 pruebas de placa en campo obteniendo las gráficas esfuerzo-deformación, se obtuvo también mediante la teoría de Boussinesq, el valor de este módulo directamente de los resultados de campo obtenidos. Este valor fue utilizado en el programa para el diseño de la estructura de pavimento para un cierto aforo vehicular y daño que ocasiona, mostrando la ventaja tanto económica como de resistencia que se puede llegar a tener cuando los valores son considerados de una manera más particular.

## Descripción del Método

Realizamos la construcción de una plataforma con material de banco limo arenoso con características para ser utilizado en capa de terraplén, analizamos la calidad del material utilizando la norma N-CMT1-03/02, del libro características de los materiales (cuadro 1), en el apartado para materiales para subrasante. Una vez obtenido las pruebas de campo mínimas comprobamos que el material cumple para ser utilizado como estructura subrasante. La densificación del material se llevó a cabo por medio de compactación por amasado, utilizando equipo CAT CA25 815F, para después aplicar compactación dinámica con rodillo compactador vibratorio CAT CS 563. La construcción se llevo a cabo por medio de capas en espesores no mayores a 30 cms, el grado de compactación en cada capa fue superior al 98 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo, definido en la prueba de compactación Proctor Modificada. Se seleccionaron algunos puntos en los cuales la compactación requerida para la capa subrasante era menor a lo indicado en la norma, por debajo del 98 % como mínimo, estos puntos fueron elegidos antes de aplicar la compactación total para llegar a el grado solicitado de acuerdo a la Normativa SCT. Una vez definidos los puntos, procedimos a la realización de la prueba de placa (Figura 1), utilizando un camión cargado de 22.5 toneladas de peso aproximadamente, de acuerdo al procedimiento de prueba AASHTO-T-222 - ASTM -D1195M.

<sup>1</sup> Heriberto Galván Pérez es M.I.V.T. es Profesor del Instituto Tecnológico de la Construcción Delegación Querétaro.



Figura 1.- Equipo para prueba de placa

los resultados de las pruebas de placa se muestran en la gráfica 1, se obtienen los valores del esfuerzo y deformación a partir de los datos del cuadro 2, con estos datos obtenemos por medio de la teoría de Boussinesq para esfuerzos verticales, el valor del módulo obtenido de acuerdo a el esfuerzo y deformación, y este valor de módulo definido en la zona elástica se aplicó en el programa DISPAV, para diseño de pavimentos.

### Resultados

Característica	Valor obtenido	Norma SCT N-CMT1-03/02
Tamaño máximo (mm)	72	76
Límite líquido % máximo	25	40
Índice Plástico % máximo	NP	12
Valor Soporte California % Min	35	20
Expansión máxima %	0.20	2
Grado de compactación	98.50	100 +/- 2

Cuadro 1. Valores de calidad del material utilizado

La obtención del módulo elástico se da a partir de la fórmula en la figura 2.

$$E = \frac{(1+\nu)}{\epsilon_z} q \left[ 1 - 2\nu + \frac{2\nu z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Figura 2

Donde:

E = Módulo Elástico en kg/cm<sup>2</sup>

V = relación de Poisson

q = Carga vertical aplicada sobre el terreno ( Kg)

ε<sub>z</sub> = Deformación vertical ( mts)

Carga (kg)	Área cm <sup>2</sup>	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
			Módulo Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo Kg/cm <sup>2</sup>	Módulo Kg/cm <sup>2</sup>	Deformación Mts.	Deformación Mts.	Deformación Mts.
1603	4,560.38	0.35	1,028.96	720.27	900.34	0.00014	0.00020	0.00016
3206	4,560.38	0.70	1,152.43	900.74	993.48	.000025	0.00032	0.00029
4809	4,560.38	1.05	1,440.54	1,137.27	1,309.58	0.00030	0.00038	0.00033
6412	4,560.38	1.41	1,646.34	1,280.48	1,557.34	0.00035	0.00045	0.00037
8015	4,560.38	1.76	1,714.93	1,440.54	1,675.05	0.00042	0.00050	0.00045
9618	4,560.38	2.11	1,800.68	1,600.60	1,763.93	0.00048	0.00054	0.00049

Cuadro 2. Resultados de ensayos y cálculo de módulos elásticos

Se anexan las gráficas del comportamiento esfuerzo-deformación, esfuerzo-módulo elástico.



Figura 3 Gráfica esfuerzo-deformación

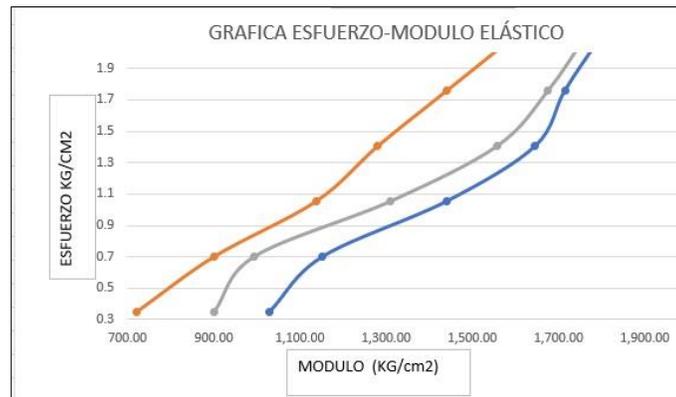


Figura 4, Gráfica Esfuerzo-Módulo

### Comentarios Finales

De los resultados obtenidos, podemos comparar en cuanto a diseño, los valores que se obtienen de manera directa con materiales en campo y que de esta forma logramos medir los beneficios.

En el cuadro 3 se muestra el resumen de resultados que nos arroja el programa de diseño de pavimentos del Instituto de Ingeniería de la UNAM, también en el cuadro 4 se observa el análisis comparativo de los costos de un tramo de construcción utilizando el método tradicional con valores seleccionados de manera empírica y su comparación con los valores obtenidos en campo.

RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO						
Camino normal.		Nivel de confianza en el diseño:			85.0%	
Para un tránsito de		10 millones de ejes estándar			Vida Previsible	
Capa	H cm	VRSz %	E kg/cm2	Poisson	Def	Fatiga
1.Carpeta	11.0		35000	0.35		10.3
2.Base granular	25	100.0	3265	0.35	> 150	
4.Subrasante	30	20.0	1058	0.35	> 150	
5.Terracería	Semi-inf.	6.0	456	0.35	> 150	
		Vida Previsible		Transito Proyecto		
Deformación		> 150		10		
Fatiga		10.3		10		

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto.  
El diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

Figura 5, Diseño con datos seleccionados del DISPAV

La figura 5, muestra el diseño adecuado con los módulos sugeridos por el programa.

RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO						
Camino normal.		Nivel de confianza en el diseño:			85.0%	
Para un tránsito de		10 millones de ejes estándar			Vida Previsible	
Capa	H cm	VRSz %	E kg/cm2	Poisson	Def	Fatiga
1.Carpeta	11.0		35000	0.35		9.2
2.Base granular	15	100.0	3265	0.35	> 150	
4.Subrasante	25	20.0	1800	0.35	106.9	
5.Terracería	Semi-inf.	6.0	720	0.35	17.2	
		Vida Previsible		Transito Proyecto		
Deformación		17.2		10		
Fatiga		9.2		10		

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto.  
El diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.

Figura 6, Diseño con datos obtenidos de campo

La figura 6 muestra la disminución en el espesor de las capas utilizando los módulos calculados con los datos de la prueba de placa

RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO						
Camino normal.		Nivel de confianza en el diseño:			85.0%	
Para un tránsito de		10 millones de ejes estándar			Vida Previsible	
Capa	H cm	VRSz %	E kg/cm2	Poisson	Def	Fatiga
1.Carpeta	11.0		35000	0.35		6.2
2.Base granular	15	100.0	3265	0.35	> 150	
4.Subrasante	25	20.0	1058	0.35	106.9	
5.Terracería	Semi-inf.	6.0	456	0.35	17.2	
		Vida Previsible		Transito Proyecto		
Deformación		17.2		10		
Fatiga		6.2		10		

El diseño no es adecuado.

Figura7, Espesores con datos de campo y módulo de DISPAV

La figura 7, Muestra la deficiencia del proyecto si son utilizados los espesores calculados con los módulos obtenidos de campo

### Resumen de resultados

En este trabajo se muestra las imágenes del programa de diseño de pavimentos, utilizando las opciones arriba descritas

#### Costo con análisis DISPAV

CAPA	UNIDAD	ESPESOR	LONGITUD	VOLUMEN	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	m3	0.11	1,850	203.50	4,800	976,800
BASE	m3	0.25	1,850	462.50	750	346,875
SUBRASANTE	m3	0.30	1,850	555.00	350	194,250
SUMA						1,517,925.00

#### Costo con análisis de campo

CAPA	UNIDAD	ESPESOR	LONGITUD	VOLUMEN	PRECIO	IMPORTE
CARPETA	m3	0.11	1,850	203.50	4,800	976,800
BASE	m3	0.15	1,850	277.50	750	208,125.00
SUBRASANTE	m3	0.25	1,850	462.50	350	161,865.00
SUMA						1,346,800.00

### Conclusiones

Los resultados demuestran que existe un ahorro importante en cuanto a obtener resultados de pruebas in situ, el trabajo de investigación apenas comienza, sin embargo, podemos concluir la importancia que conlleva en cuanto a los beneficios tanto económicos, como de calidad estructural y resistencia.

El material que se ha seleccionado, resulta un material adecuado que permite disminuir los costos por sobre espesores en las capas de rodadura de los pavimentos (carpeta y base hidráulica).

Cada material utilizado en la construcción de carreteras mantiene sus propias especificaciones, sin embargo los métodos tradicionales deberían incorporar el valor de los módulos resilientes obtenidos de manera indirecta pero con valores mas cercanos y confiables que los que se seleccionan al momento de diseñar una plataforma carretera.

Las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en este tipo de construcciones deberían evaluarse conforme a la respuesta que se obtiene de acuerdo a la solicitud de cargas dinámicas, obteniendo de esta forma que la respuesta de la estructura a este tipo de esfuerzos es satisfactoria.

### Recomendaciones

Se debe hacer un estudio previo de capacidad de carga en campo al inicio de la construcción y ajustar si es el caso los espesores de las capas con la calidad correspondiente a los niveles de esfuerzos verticales requeridos, de esta manera el ahorro en el mejoramiento de suelos puede ser considerable, tomando en cuenta que en la mayoría de los casos, se utilizan los materiales propios del lugar y cuando estos no cumplen con las especificaciones de la norma, se les aplica un mejoramiento o sustitución por materiales seleccionados de lugares fuera de la obra, incrementando los costos y reduciendo metas.

### Referencias

- Brown S.F. 1996. Soil mechanics in pavement engineering. Géotechnique 46 (3), 383-426
- Garnica, P. A, et al (2000). "Módulos de resiliencia en suelos finos y materiales granulares". Publicación técnica 142. Instituto Mexicano del Transporte
- Rico Rodríguez A., del Castillo H. and Sowers G.F. 1988. Soil mechanics in highway engineering. Trans Tech Publication, Clausthal-Zellerfeld.
- Schmidt H.-H. and Volm J. 2000. Dynamic CBR test – new method of embankment quality control. Geotechnik 23 (4), 271-274. (in German)
- Turnbull W.J. and Foster Ch.R. 1956. Stabilization of materials by compaction. Journal of Soil Mechanics and Foundations Division 82 (SM2), 1-23

### Notas Biográficas

El **M.I.V. Heriberto Galván Pérez** es docente del Instituto Tecnológico de la Construcción Delegación Querétaro. Terminó sus estudios de postgrado en Ingeniería de Vías Terrestres, Transporte y Logística, en la Universidad Autónoma de Querétaro. Ha publicado un artículo en el Congreso Academia Journals de Tuxpan Veracruz, en el año 2016, es director de construcción en una empresa privada, especializada en construcción de Vías Terrestres.

# Implementación del Índice de Deterioro en Vías Urbanas bajo el Régimen Sostenible: Un Caso de Estudio de Ciudad del Este, Paraguay

Claudia Lariza Gamarra Escobar<sup>1</sup>, Julio R. Betancourt Chávez<sup>2</sup>, Noé Villegas Flores<sup>3</sup>, Yelinca Saldeño Madero<sup>4</sup>, Juan Rentería Soto<sup>5</sup>

## Resumen

Las aspiraciones de las administraciones públicas por cumplir con parámetros y estándares de calidad en los espacios urbanos han impulsado nuevas estrategias y herramientas que promueven conceptos en seguridad y bienestar en un espacio urbano. La participación e interacción de diferentes actores durante la toma de decisiones en el contexto de asignación de recursos públicos implica un grado significativo de complejidad a la hora de priorizar acciones en obra pública. El objetivo del estudio se centra en la obtención de un índice de condición de las calles urbanas (USCI) que permita un diagnóstico eficiente de la infraestructura urbana. El estudio proporciona un componente de innovación para la toma de decisiones a través de la construcción de pautas para priorizar el gasto en inversión en infraestructura urbana. El caso de estudio se ha desarrollado en Ciudad del Este, Paraguay.

**Palabras clave.-** Indicadores urbanos, multi-criterio, transporte, gestión pública.

## Abstract

The aspirations of public administrations to comply with parameters and quality standards in urban spaces have promoted new strategies and tools that promote concepts of safety and well-being in an urban space. The participation and interaction of different actors during decision-making in the context of public resource allocation implies a significant degree of complexity when prioritizing actions in public works. The objective of the study is focused on obtaining an urban street condition index (USCI) that allows an efficient diagnosis of urban infrastructure. The study provides an innovation component for decision making through the construction of guidelines to prioritize spending on investment in urban infrastructure. The case study has been developed in Ciudad del Este, Paraguay.

**Keywords.-** Urban indicators, multi-criteria, transport, public management.

## Introducción

Las diferentes interpretaciones del desarrollo y conservación de la infraestructura urbana están guiadas por las diferentes apreciaciones de las disciplinas que interactúan entre sí. La interacción de las perspectivas social, urbana, técnica y política representan un claro conflicto en el proceso de toma de decisiones durante el ejercicio del gasto público en inversión en infraestructura en espacios urbanos (Younis, 2014).

La aspiración de la administración pública de avanzar en altos estándares de calidad en las vías urbanas y mejorar las condiciones de movilidad del usuario, ha ido definiendo nuevas estrategias de desarrollo sostenible ante las necesidades de la sociedad y especialmente con presupuestos reducidos en las entidades de gestión pública (Broniewicz Y Ogródnik, 2020).

Si bien la mayoría de las entidades públicas cuentan con instrumentos de medición e inspección de elementos urbanos, la capacidad y necesidad de integrar decisiones técnicas y de gestión pública hace necesarias nuevas alternativas metodológicas para el diagnóstico de calles urbanas con el fin de optimizar los recursos financieros destinados a la infraestructura pública (Wallbaum et al., 2011; Wann-Ming, 2019; Medina y Huete García, 2020).

En este contexto, el arduo crecimiento de los centros urbanos, las demandas de infraestructura pública ha venido creciendo de forma significativa (Cigu et al, 2018 & Valila, 2020). De la misma forma, se ha prestado atención a los factores y atributos que tienen clara influencia en la movilidad de cada usuario (carencia de transporte e integración, señalización improvisada, deficiencia en aceras y pavimentos en vías entre otros) genera variabilidad en el bienestar, seguridad y calidad de movilidad del usuario (Boomen et al, 2018).

<sup>1</sup> Estudiante de la carrera de Ingeniería civil de infraestructura de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana-UNILA. Paraná, Brasil. [claudia.escobar@aluno.unila.edu.br](mailto:claudia.escobar@aluno.unila.edu.br)

<sup>2</sup> Profesor-Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México [jbetancourt@ujed.mx](mailto:jbetancourt@ujed.mx).

<sup>3</sup> Profesor-investigador de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana- UNILA. Instituto de Tecnología, infraestructura y territorio. Paraná, Brasil. [noe.flores@unila.edu.br](mailto:noe.flores@unila.edu.br)

<sup>4</sup>Profesora-investigadora de la Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. [yensaldeno@ucatolica.edu.co](mailto:yensaldeno@ucatolica.edu.co)

<sup>5</sup> Profesor-Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México [juan.renteria@ujed.mx](mailto:juan.renteria@ujed.mx).

La inclusión de diferentes tipos de actores, los presupuestos de inversión pública limitados y la falta de herramientas de gestión que integren aspectos que intervienen dentro de un espacio urbano, potencia la necesidad de construir modelos y herramientas que promuevan la articulación de variables con inclusión social, técnica e institucional.

Para ello, este estudio promueve un modelo de análisis multi-criterio que permite clasificar las vías urbanas mediante el cálculo de un índice de la condición del deterioro (USCI, por sus siglas en inglés) que involucra a cada uno de los actores durante la toma de decisiones en la aplicación del gasto público. El estudio asume la integración de aspectos y atributos relevantes para el enfoque de la movilidad urbana y bajo las condiciones físicas de cada uno de los elementos revisados. La clasificación de las rutas a través de un modelo define y caracteriza las pautas de actuación de la administración pública de forma organizada, coherente y sistemática.

El modelo desarrollado ha sido aplicado en la región de la triple frontera, específicamente para Ciudad del Este, Paraguay. La validación del modelo se ha desarrollado de forma homogénea bajo las mismas condiciones de movilidad (días laborables), tráfico, meteorología, entre otras.

## Materiales y métodos

### Caracterización de la metodología

Un municipio posee grandes desafíos los cuales debe afrontar, uno de ellos es el de integrar los sistemas de transportes (ciclistas, motociclistas, peatones, transportes públicos y vehículos ligeros) con la infraestructura urbana del lugar. Frecuentemente se mejoran las vías, las veredas, se implementan señalizaciones, pero estas presentan grandes deficiencias a la hora de integrarlas a los sistemas de transporte.

Grandes esfuerzos vienen siendo realizados en las últimas décadas, estableciendo estrategias, metodologías y políticas que ayuden a mejorar las distintas situaciones de los corredores, impulsando condiciones de confort e interés a los distintos parámetros nacionales e internacionales en movilidad. Aún se encuentran errores en el proceso de integración entre los sistemas de transporte y las respuestas de los elementos urbanos, aminorando la posibilidad de tomar decisiones adecuadas en el desarrollo de la infraestructura.

Considerando lo mencionado, este estudio plasma una metodología capaz de ser aplicable en el análisis, diagnóstico e integración entre las diferentes vías urbanas y los distintos sistemas de transportes que interactúan en ellas.

### Límites del sistema

Para cuantificar el índice de condición de deterioro urbano USCI (*urban street condition index*, por sus siglas en inglés) se ha tomado como base la metodología IMUS (índice de movilidad urbana sustentable, por sus siglas en portugués), desarrollado en la ciudad de São Paulo (ANTP, 2015). Este estudio supone el análisis e integración de los distintos modos de transportes que interactúan en las vías estudiadas, superando otras metodologías que se ocupan del asunto.

Para la realización y validación del modelo, se han seleccionado siete corredores viales de Ciudad del Este, Paraguay, con una extensión de 1.0 km. La selección de estos corredores viales, ha sido por el impacto e influencia turística y comercial en la región, así como también por el alto movimiento de vehículos, extensión y densidad peatonal.

Se han considerado ciertas restricciones para el levantamiento de los datos como: levantamiento de información el día sábado, toma de datos por el mismo evaluador, aplicación de la metodología de forma sistemática, entre otros. En la tabla 1 se presentan los corredores seleccionados para el estudio.

N°	Nombre	Perfil de la vía
1	Av. Mariscal López	
2	Av. República del Perú	
3	Av. San Blas	
4	Gral. Bernardino Caballero	Comercial
5	Av. Monseñor Rodríguez	
6	Calle 10 José Félix Bogado	
7	Av. Amado Benítez Gamarra	

Tabla 1. Corredores seleccionados para el estudio (Fuente: elaboración propia).

Para la recolección de información fue utilizado un formulario específico elaborado por el autor, considerando tres ejes principales: Accesibilidad universal, infraestructura urbana y movilidad. Se analizaron varios indicadores reunidos en grupos específicos los cuáles representan los criterios llevados en cuenta en el análisis, tales como: Estado físico de los elementos, el cumplimiento de las normativas de accesibilidad. Considerando los cinco modos de transporte.

En la figura 1 se aprecian los límites del sistema de los indicadores analizados, teniendo los tres indicadores considerados, que interactúan continuamente con los cinco modos de transporte.

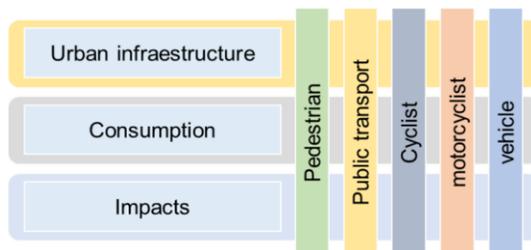


Figura 1. Límites de contorno del proyecto desarrollado (Fuente: elaboración propia).

La tabla 2 representa la estructura principal de la metodología, caracterizando el árbol de requerimientos el cual, ha sido definido en tres ejes principales, *infraestructura urbana*, *accesibilidad* y *movilidad*.

Requerimientos	Criterios	Indicador	Unidad de medición
INFRAESTRUCTURA URBANA	Estado físico del elemento	Calidad de la calzada	
		Calidad de la superficie asfáltica	
ACCESIBILIDAD	Cumplimiento de normatividad	Adaptaciones en infraestructura para personas con capacidades reducidas	Puntaje 0 – 100
		Áreas de circulación	
		Nivel de servicio de la calzada	
MOVILIDAD	Peatón	Calidad de movilidad	
		Contaminación sonora	Decibles
	Vehículo ligero	Interferencias	
	Ciclista	Calidad de trayecto y seguridad	Puntaje 0 – 100
	Transporte público	Calidad de infraestructura y señalización	

Tabla 2. Árbol de requerimientos referente al estudio (Fuente: elaboración propia).

El requerimiento *infraestructura urbana* estudia el estado físico del elemento, utilizando como indicadores: calidad de la calzada y de la superficie asfáltica. Este eje analiza la calidad, continuidad e iluminación de la calzada, así como también la calidad de la superficie asfáltica.

En cuanto el requerimiento *accesibilidad* tiene como principal criterio evaluar el grado de cumplimiento de la normatividad NBR 9050:2004 referente a la *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. Esta normativa busca integrar el espacio urbano con las necesidades de las personas con capacidades reducidas. Este eje considerada dos indicadores: adaptaciones en infraestructura para personas con capacidades reducidas y áreas de circulación en calzadas.

Por último, el requerimiento *movilidad* analiza puntualmente los sistemas de transporte, donde se toma contemplando como criterios específicos al peatón, los vehículos ligeros (autos y motos), ciclistas y transporte público, contemplados en seis indicadores.

Es importante destacar que el indicador “contaminación sonora” ha sido medido por medio de Decibelímetro Digital Portátil (Data Logger Minipa MSL-1360 LCD de 3 1/2 dígitos). Por otro lado, el indicador “nivel de servicio de la calzada” tomo en cuenta el espacio (m<sup>2</sup> por peatón) la tasa de flujo (peatón/min/m) y la velocidad (m/s). De la misma forma, del indicador “calidad de movilidad”, este tuvo como parámetros la densidad de la calzada, interferencias de movilidad, semáforos para peatón y sombreado. Finalmente el indicador “calidad de infraestructura y señalización” ha analizado si la vía cuenta con pistas preferenciales de tránsito, existencia de controles de velocidad, calidad de parada de autobús, calidad de frecuencia y señalizaciones.

#### *Fase de campo y levantamiento de información*

La etapa de campo ha sido realizada de forma sistemática para cada uno de los corredores viales. Estos se han evaluado los días sábados (en horario matutino), utilizando el registro de datos por medio de una planilla y fotografías. Se ha realizado los aforos vehiculares por una hora, organizando los levantamientos tal que permita realizar el análisis de todos los requerimientos.

### **Resultados**

El estudio evaluó siete corredores viales (con perfil comercial) de la ciudad de Ciudad del Este en Paraguay, los cuales representan distintas respuestas en su cantidad y calidad. De esta forma, cada una de las respuestas de los corredores ha sido obtenida por medio de la validación del modelo propuesto a través del índice USCI para la zona espacial de la ciudad.

En la tabla 3, se puede observar los resultados generales obtenidos en el estudio. Los resultados encontrados suponen la integración de los sistemas de transporte y el análisis de los componentes urbanos asociados a la movilidad global. En la tabla 4, el mayor índice es 0,624 que corresponde al corredor General Bernardino Caballero, (próximo a 1,0 deseado).

La Avenida San Blas es la que presenta mayor ausencia de integración entre los sistemas y la infraestructura urbana.

Sigla	Árbol de Requerimientos	Pesos	Av. Mariscal López	Av. República del Perú	Av. San Blas	Av. Gral. Bernardino Caballero	Monseñor Rodríguez	Calle 10	Av. Amado Benítez G.
GI	ÍNDICE DE MOVILIDAD GLOBAL	<b>0.282</b>	<b>0.254</b>	<b>0.214</b>	<b>0.130</b>	<b>0.624</b>	<b>0.284</b>	<b>0.213</b>	<b>0.258</b>
R1	Infraestructura urbana	50%	37%	29%	12%	55%	34%	32%	42%
R2	Accesibilidad	20%	0%	0%	0%	87%	13%	0%	0%
R3	Movilidad	30%	24%	22%	24%	58%	30%	19%	16%
C1	Estado físico del elemento	100%	37%	29%	12%	55%	34%	32%	42%
C2	Cumplimiento de la normatividad	100%	0%	0%	0%	87%	13%	0%	0%
C3	Peatón	20%	49%	43%	54%	65%	57%	60%	47%
C4	Vehículo ligero	10%	0%	0%	0%	32%	0%	11%	11%
C5	Ciclista	20%	42%	42%	0%	91%	27%	27%	27%
C6	Transporte público	50%	11%	11%	27%	47%	27%	0%	0%
I1	Calidad de la calzada	30%	33%	9%	1%	96%	24%	17%	52%
I2	Calidad de la superficie asfáltica	70%	38%	38%	16%	38%	38%	38%	38%
I3	Adaptaciones en infraestructura	40%	0%	0%	0%	67%	32%	0%	0%
I4	Áreas de circulación en calzadas	60%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
I5	Nivel de servicio de la calzada	40%	59%	5%	59%	59%	86%	86%	59%
I6	Calidad de movilidad	40%	33%	53%	33%	58%	11%	33%	11%
I7	Contaminación sonora	20%	63%	97%	85%	88%	88%	63%	93%
I8	Interferencias	100%	0%	0%	0%	32%	0%	11%	11%
I9	Calidad del trayecto y seguridad	100%	42%	42%	0%	91%	27%	27%	27%
I10	Calidad de infraestructura y señalización	100%	11%	11%	27%	47%	27%	0%	0%

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos

En la figura 2 se puede apreciar la representación de todos los resultados del árbol de requerimientos obtenido, donde R1, R2 y R3 representan los requerimientos del árbol, ya C1, C2, C2, C4, C5, C6 simbolizan los criterios, por último, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8 I9, I10 interpretan los indicadores de todos los corredores analizados en este estudio, adaptando la metodología MIVES. Se puede apreciar cuáles son las diferencias existentes entre las vías, evidenciando cuáles deben ser atendidas con considerable rapidez.

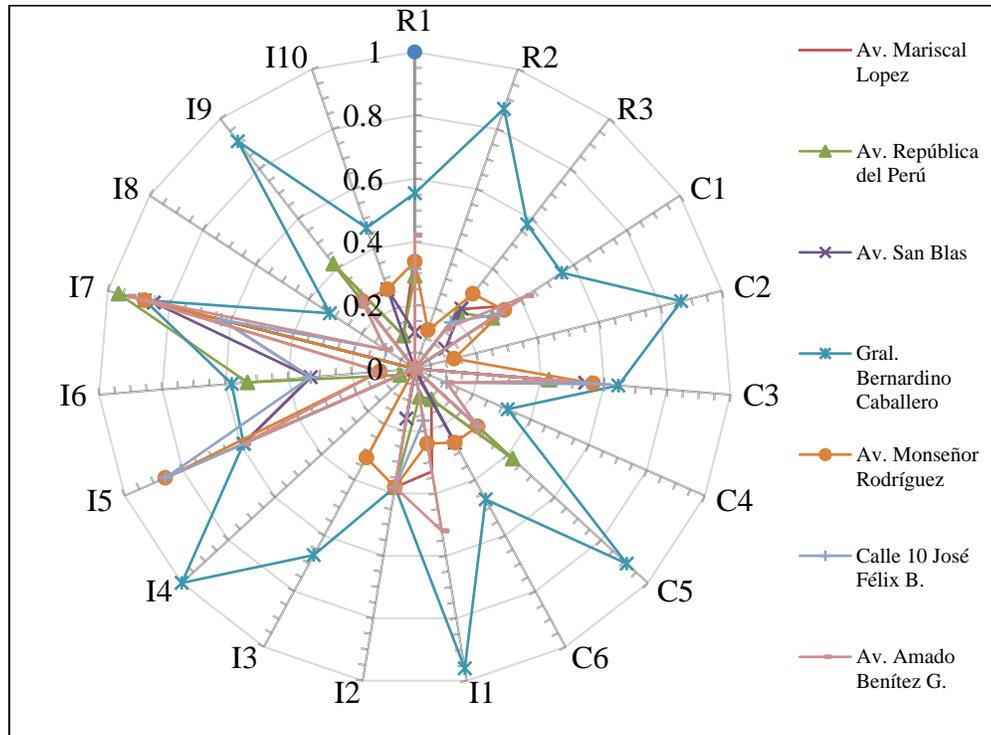


Figura 2. Representación global de resultados de todos los corredores estudiados (Fuente: elaboración propia)

### Conclusiones y recomendaciones

Para otorgar mayor seguridad a los usuarios, se deben realizar proyectos de infraestructura urbana que integren los sistemas de transportes con el desarrollo económico del lugar. El estudio realizado ha permitido el análisis de la calidad de las obras para personas con capacidad reducidas (accesibilidad) y la integración que tienen los sistemas de transportes con la infraestructura urbana. Obteniendo como resultado el índice de movilidad global.

En cuanto a accesibilidad, se encontró casi nula las obras para personas con capacidades reducidas, este indicador requiere con extrema urgencia de atención, para así mejorar el entorno para estas personas, que también merecen un espacio adecuado.

En relación a la calidad de calzada y superficie asfáltica, se han encontrado grandes deficiencias y deterioros. Por ello se deberían atender estos indicadores, para mejorar la calidad y así el usuario obtendría la comodidad buscada.

Con el proyecto desarrollado se constata que el corredor vial que cumple con la mayoría de los indicadores es la avenida General Bernardino Caballero. No obstante, se debe prestar atención en el mejoramiento de todas las vías, adaptándolas para personas con capacidades reducidas. Estas mejores deben darse paulatinamente y no dar caso omiso, sin embargo hay vías como la avenida San Blas que debe ser atendida inmediatamente.

Finalmente, se debe fortalecer la infraestructura urbana integrando la seguridad de los peatones, ciclistas, motociclistas, automovilistas, los del transporte público con el desarrollo económico de la ciudad. Si bien con el estudio desarrollado se ha podido constatar el grado de calidad de la infraestructura de los corredores seleccionados, las mejoras se deben dar paulatinamente, no obstante, hay vías como la avenida San Blas que sugiere

una reparación más apresurada. De igual forma todas las vías deben ser mejoradas y adaptadas para personas con discapacidades, renovar las vías de circulación para todos los modos de transporte.

### Referencias

1. ANTP. Avaliando a qualidade da mobilidade urbana: aplicação de metodologia experimental. Serie de cuadernos técnicos, São Paulo: v. 23, dez. 2015. 82 p. Disponible en: < [http://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/EDD40925-41A2-4489-BC08-B221B3A7EA2B.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/EDD40925-41A2-4489-BC08-B221B3A7EA2B.pdf)>. Ingresado el: 11 de may. 2020.
2. Boomen, M.V.D.; Spaan, M.T.J.; Schoenmaker, R.; Wolfert, A.R.M. Untangling decision tree and real options analyses: A public infrastructure case study dealing with political decisions, structural integrity and price uncertainty. *Constr. Manag. Econ.* 2018, 37, 24–43, doi:10.1080/01446193.2018.1486510.
3. Broniewicz, E.; Ogródnik, K. Multi-criteria analysis of transport infrastructure projects. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 2020, 83, 102351, doi:10.1016/j.trd.2020.102351.
4. Cigu, E.; Agheorghiesei, D.T.; (Vatamanu), A.F.G.G.; Toader, E. Transport infrastructure development, public performance and long-run economic growth: A case study for the EU-28 countries. *Sustainability* 2018, 11, 67, doi:10.3390/su11010067.
5. Gibson, J.; Rioja, F. The welfare effects of infrastructure investment in a heterogeneous agents economy. *B.E. J. Macroecon.* 2019, 20, doi:10.1515/bejm-2019-0095.
6. Medina, M.G.; García, M. Ángeles, H. Real innovation in urban planning? Assessing the institutional capacity in the frame of the integrated sustainable urban development programmes. *Eur. Plan. Stud.* 2019, 28, 1139–1160, doi:10.1080/09654313.2019.1675601.
7. Väililä, T. Infrastructure and growth: A survey of macro-econometric research. *Struct. Chang. Econ. Dyn.* 2020, 53, 39–49, doi:10.1016/j.strueco.2020.01.007.
8. Wallbaum, H.; Krank, S.; Teloh, R. Prioritizing sustainability criteria in urban planning processes: Methodology application. *J. Urban Plan. Dev.* 2011, 137, 20–28, doi:10.1061/(asce)up.1943-5444.0000038.
9. Wey, W.-M. Constructing urban dynamic transportation planning strategies for improving quality of life and urban sustainability under emerging growth management principles. *Sustain. Cities Soc.* 2019, 44, 275–290, doi:10.1016/j.scs.2018.10.015.
10. Younis, F. Significance of Infrastructure Investment for Economic Growth. MPRA Paper No. 72659, Posted 26 Jul 2016 16:58 UTC. Available online: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/72659/> (accessed on 17 March 2021).

### Notas Biográficas

**Claudia Lariza** es estudiante en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Federal de Integración Latino – Americana de Foz de Iguazú – Brasil. Participa en proyectos de accesoria estudiantil en la facultad donde se encuentra. Participo de proyectos de investigación publicando artículos a nivel Nacional. Trabaja como asistente de oficina técnica para el Consorcio AGB-TOCSA en la construcción de la Obra Penitenciaria Minga Guazú – Paraguay.

**Julio Roberto Betancourt Chávez** es Doctor en Ingeniería Civil, obtuvo el grado en la Universidad de Sonora en marzo de 2015, Es líder del C.A. “Tecnología de la Construcción” de la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Tiene la distinción como Investigador Estatal nivel I en el estado de Durango y perfil PRODEP. Actualmente realiza proyectos para el desarrollo de nuevos materiales en la construcción utilizando residuos, para elaborar: morteros, mezclas asfálticas, ladrillos, bloques, concretos, entre otros. Las áreas de interés son: Nuevos materiales, tecnología del concreto, vías de comunicación, mecánica de suelos.

El Dr. **Noé Villegas Flores** es profesor investigador en la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana (UNILA) en el estado de Paraná (Brasil). Ha realizado sus estudios de doctorado en Caminos, canales y puertos por la Universidad Politécnica de Cataluña. Actualmente se encuentra adscrito al Instituto de Tecnología, infraestructura y territorio de la Unila con líneas de investigación asociadas al diagnóstico de espacios urbanos por medio de modelos multicriterio así como también en el desarrollo de metodologías de inspección en pavimentos asfálticos. Pertenece al Grupo de investigación Movilidad e Matriz Energética (1) y Geounila - Grupo De Engenharia Geotécnica (2). Ha publicado artículos de Investigación asociados a las líneas de investigación y colaboración en congresos en México, Cuba, España, Colombia, Brasil, Argentina, Italia, Paraguay.

La Dra. **Yelínca N. Saldeño Madero**, es Ingeniera Civil de la Universidad Central de Venezuela en Caracas – Venezuela. En el año 2009 finaliza sus estudios de Doctorado en Gestión del Territorio e Infraestructura del Transporte de la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona – España. En el área de investigación ha trabajado en proyectos relacionados con temas de territorio, habitabilidad, movilidad y gestión de infraestructura, entre otros. Así mismo ha participado en proyectos internacionales de planificación territorial turística y en estudios para el análisis de la relación Puerto – Ciudad, caso específico: El Puerto de Barcelona. Actualmente se desempeña como docente investigadora tiempo completo en la Universidad Católica de Colombia. Bogotá – Colombia, dictando la asignatura Ingeniería de Tránsito; liderando además el Grupo de Investigación en Ingeniería para la Sustentabilidad – GRIIS y participando en diversos procesos de investigación relacionados con el contexto de proyección social en Colombia, así como procesos investigativos interdisciplinarios con investigadores, programas e instituciones, tanto a nivel nacional como internacional.

El **M.I. Juan Rentería Soto** es profesor investigador en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango, concluyó sus estudios de Maestría en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y actualmente estudia el Doctorado en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez. Trabaja en la caracterización de propiedades mecánicas de nuevos materiales y comportamiento estructural.

## Resignificación del Duelo en las Madres que han Sufrido una Pérdida por Femicidio

María Alejandra García de la Cruz<sup>1</sup>, Mariela Barrientos Gamas<sup>2</sup>,  
María Trinidad Fuentes Álvarez<sup>3</sup>, Antonio Becerra Hernández<sup>4</sup>, Margarita Magaña Castillo<sup>5</sup> y Eduardo Domingo  
Ovando Ramos<sup>6</sup>

**Resumen**—Se le conoce como femicidio a la muerte violenta de las mujeres y niñas por razones de género, es la forma más extrema de violencia contra la mujer, tiene su origen en la desigualdad de género. Ahora bien, el duelo es la reacción emocional y del comportamiento que se manifiesta en forma de sufrimiento y aflicción cuando un vínculo afectivo se rompe; es decir, una respuesta adaptativa normal que suele producirse en el contexto de la muerte de un ser querido, es por ello que, la presente investigación muestra las manifestaciones psicológicas, así como las estrategias de afrontamiento que las madres viven durante el duelo, su objetivo principal es comprender la resignificación social del duelo en madres que han sufrido una pérdida por femicidio. El procedimiento metodológico que se empleó fue un diseño de tipo cualitativo con un enfoque constructivista donde tratamos de comprender los fenómenos o conductas desde la misma perspectiva; a la vez tratamos de entender los significados del fenómeno para los implicados; todo esto fundamentado con la investigación fenomenológica.

**Palabras clave**—Femicidio, proceso del duelo, violencia de género, resignificación social y estrategias de afrontamiento.

### Introducción

Esta investigación surge por el interés de generar explicaciones psicosociales ante hechos simbólicos que marcan la vida de las personas en lo múltiples niveles de relación. Como se sabe hablar de la muerte por violencia como el caso del femicidio reconfigura la vida de las personas, principalmente de aquellas que tienen un vínculo directo con las mujeres asesinadas. Este es un tema complejo, con múltiples retos logísticos y técnicos pero que es necesario generar el conocimiento a través de las experiencias de las víctimas secundarias, por ello la importancia de este tema implica directamente el que hacer de la psicología y exige la comprensión susceptible de la disciplina.

En Tabasco se ha intentado activar la alerta de género durante el último lustro, pero este acto se ha topado con una serie de resistencia políticas que estipulan que no se cuentan con las condiciones necesarias para activar dicho mecanismo (El Financiero, 2022), parece que las autoridades ponen en la balanza mediática los hechos ocurridos en los diferentes municipios del estado, impidiendo con ello una serie de estrategias gubernamentales que ayudarían a disminuir la violencia de género en el territorio, este trabajo entonces puede ayudar a fortalecer los argumentos que induzcan la comprensión del impacto de la violencia feminicida en la vida de las mujeres afectadas.

La violencia contra la mujer ha sido reconocida como un problema creciente en la sociedad actual, es una violación de los derechos humanos, un problema social, un problema de salud pública y una barrera al desarrollo económico de los distintos países (Bott et al., 2012 pág 5). El femicidio es la expresión más extrema de la violencia contra la mujer y este nos habla del asesinato de mujeres por hombres motivados por el odio, el desprecio, el placer o la suposición de propiedad sobre las mujeres (Russell, 2008 pág 27), y abarca cualquier homicidio de mujeres cometido basándose en la discriminación de género.

Para poder comprender el femicidio es necesario hablar de género y de violencia contra la mujer por razón de género y hay que partir de conceptos tan básicos como sexo y género; el primero como las diferencias físicas y biológicas entre hombres y mujeres, y el segundo como una creación social. El concepto femicidio, que ya se ha usado por más de cuarenta años, surgió en Estados Unidos y varias académicas y activistas feministas han hecho aportaciones con el fin de darle un significado adecuado para el contexto latinoamericano y, en específico, para el

<sup>1</sup> María Alejandra García de la Cruz es Estudiante en la Lic. de Psicología en la U. J. A. T. (DACs). Villahermosa, Tabasco, México. [alegardelacruz@gmail.com](mailto:alegardelacruz@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Mariela Barrientos Gamas es Estudiante en la Lic. de Psicología en la U. J. A. T. (DACs). Cárdenas, Tabasco, México. [marielabarrientosga@gmail.com](mailto:marielabarrientosga@gmail.com)

<sup>3</sup> María Trinidad Fuentes Álvarez es Profesora e Investigadora de tiempo Completo en la U. J. A. T. (DACs). Villahermosa, Tabasco, México. [mfuentes\\_alvarez@hotmail.com](mailto:mfuentes_alvarez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Antonio Becerra Hernández es Profesor e Investigador de tiempo Completo en U. J. A. T. (DACs). Villahermosa, Tabasco, México. [becerra\\_antonio@hotmail.com](mailto:becerra_antonio@hotmail.com)

<sup>5</sup> Margarita Magaña Castillo es Profesora e Investigadora de tiempo Completo en U. J. A. T. (DACs). Villahermosa, Tabasco, México. [mmcastillo16@hotmail.com](mailto:mmcastillo16@hotmail.com)

<sup>6</sup> Eduardo Domingo Ovando Ramos es Investigador de tiempo Completo en U. J. A. T. (DACs). Villahermosa, Tabasco, México. [psicologo.eduardo94@gmail.com](mailto:psicologo.eduardo94@gmail.com)

mexicano, donde el fenómeno alcanza magnitudes humillantes (Russell 2006a y 2006b; Lagarde 2006; Monárrez 2000).

Los feminicidios no son un tipo más de muerte violenta porque son muchas muertes a la vez. Son muertes físicas, simbólicas, sociales y políticas, todas muertes violentas impuestas sobre una misma mujer; es por ello que habla sobre el duelo por fallecimiento es una experiencia humana que todos viviremos en algún momento de nuestras vidas, por diferentes causas, y para su elaboración normal este requiere de una fluctuación constante del doliente entre dos polos: la conexión con lo doloroso de la pérdida (en donde vemos toda la expresión emocional) y la conexión con lo funcional de la vida (la productividad y el cumplimiento de las responsabilidades cotidianas). Al ser los feminicidios muertes violentas, los familiares y allegados de las víctimas pueden llegar a vivir unos duelos que se denominan “traumáticos”, “ambiguos”, “inhibidos” o “desautorizados”, encontrando casos donde ocurren todos estos tipos al tiempo, y resultando en factores de riesgo para un duelo complicado.

La muerte de un ser querido es una experiencia amarga. El duelo es el conjunto de reacciones de tipo físico, emocional y social que se producen por el fallecimiento de una persona próxima y que pueden oscilar desde un sentimiento transitorio de tristeza hasta una sensación de desgarrar y de desolación completa, que, en los casos más graves, puede durar años e incluso toda la vida (Echeburúa, 2004). El proceso de duelo supone una reacción adaptativa ante la muerte de un ser querido, que obliga al sujeto afectado a rehacer su vida desde una perspectiva diferente. En realidad, el duelo es el proceso de asimilar una pérdida (Pérez Cuesta y Nicuesa, 1999).

### Descripción del Método

Esta investigación está basada en el proceso cualitativo. Tiene una mirada fenomenológica pues centra su atención en la forma de construir experiencias simbólicas de acontecimientos externos que solamente pueden ser interpretados por las personas que viven un hecho particular dentro de la sociedad. La técnica empleada para recuperar la información es el análisis de contenido a través de tres videos de YouTube que entrevistan a madres que han sufrido la pérdida de sus hijas por feminicidio, conformado por cuatro ejes de análisis: manifestaciones sociales, prevención, necesidad de un cambio y cambio de paradigma.

En un principio se había considerado la elaboración de entrevistas a profundidad a madres cuyas hijas habían sido víctimas de feminicidio durante la época contemporánea, esta premisa presento múltiples dificultades para la recopilación y elaboración de la base de datos, el principal problema se presentó en la voluntad de las mujeres para ser sujetos de estudios, pues habían sido entrevistadas de manera reiterada por medios de comunicación que revictimizaban a las mujeres, por ello se decide buscar los videos libres, con las experiencias de las personas.

Finalmente, las herramientas empleadas para el análisis de la base de datos son el programa ATLAS.ti versión 7, esto permite hacer las relaciones categoriales necesarias para implementar el análisis de contenido de los 90 minutos de grabación, correspondientes a las tres entrevistas.

### Instrumentos y técnicas

El instrumento que se utilizo fue una búsqueda hemerográfica donde se recopilaron tres videos de YouTube, donde se muestran entrevistas de las madres que han sufrido una pérdida por feminicidio, como se puede observar en la tabla. Asimismo, la técnica empleada para recuperar la información es el análisis de contenido en el programa ATLAS.ti.

<b>Entrevista no.1</b>	<b>Duración:</b> 43 min. 48 seg	Entrevista a Lizbeth Martínez, mamá de Fernanda, víctima de feminicidio en Mérida Yucatán.
<b>Entrevista no.2</b>	<b>Duración:</b> 26 min	Lilia Alejandra fue asesinada el 14 de febrero de 2001 en Ciudad Juárez, México. Tenía 17 años.
<b>Entrevista no.3</b>	<b>Duración:</b> 6 min. 45 seg	En 2013 Diana Angélica Castañeda Fuentes desapareció. Partes de su cuerpo fueron halladas dos años más tarde en el canal Río de los Remedios, junto con otros cuerpos de mujeres.

### Resultados

La base de datos está constituida por tres videos recopilados de la plataforma de YouTube que recupera entrevistas a madres cuyas hijas fueron víctimas de feminicidios, esto videos fueron publicados entre los años 2019, 2020 y 2021, haciendo un total de 90 minutos de grabación. Esto permite que existan un total de 172 citas y 30 códigos en el programa ATLAS.ti

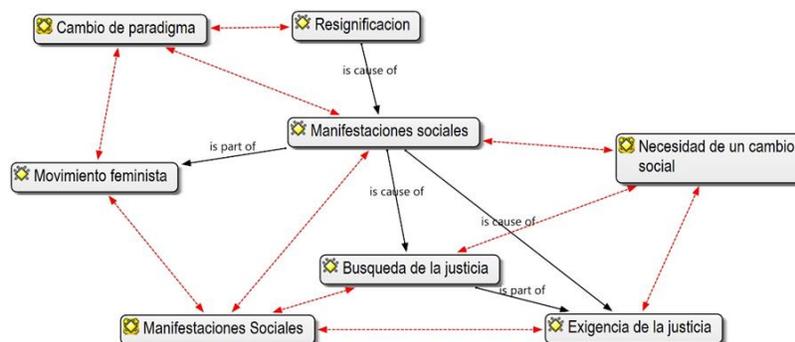
Se identifica en un primer momento que las categorías presentan tres niveles de clasificación, uno que responde al entramado psicosocial de las madres, otro que centra los discursos en los procesos sociales de la justicia institucional y finalmente, el último apartado que habla sobre el impacto al que se enfrenta las mujeres que pierden a sus hijas, las formas en que ellas se reinsertan a la sociedad.

Estos tres elementos si bien cuentan con un sustento práctico, es preciso mencionar el origen cronológico de la estructura descrita en el anterior párrafo, esto quiere decir que, si bien hay tres elementos, existe una cronología que permite desprender los sucesos que le permiten a la madre sobre llevar el duelo. Por ello se aprecia que la carga simbólica recae en cuatro categorías: **Manifestaciones sociales, prevención, necesidad de un cambio y cambio de paradigma**. Ejemplo de ello esta presente en todo el proceso discursivo de las personas donde se ve de manera directa como se entrelazan ideas, sentimiento y conocimientos que, aun lejos geográficamente, ayudan a construir un mismo sentir ante un hecho psicosocial que impacta en la vida personal, social y comunitaria, como lo vemos es la *gráfica 2*.

Las citas seleccionadas engloban la categoría de resignificación, en base al duelo que vivieron las madres ante la pérdida y por el hecho de saber lo que sufrieron sus hijas durante su desaparición; a raíz de estas vivencias ocasionó que conocieran y fueran parte del movimiento feminista, esto se debe a una necesidad de cambio social en busca de una solución del problema por medio de una manifestación social que lleva por nombre "movimiento feminista"; para así tener una empatía con la sociedad, exigiendo que ninguna madre, hija, hermana o familiar cercano vivan lo que ellas sufrieron y de igual manera dar un apoyo social difundiendo lo que es la violencia de género.

El impacto de los feminicidios resulta impactante para las madres por lo inesperado y tortuoso que es, siendo un duelo traumático y complejo ya que implica un conjunto de sentimientos, emociones y comportamientos, los cuales, dan como resultado de la construcción de nuevos significados ante las estrategias de afrontamiento. A raíz de la pérdida que tuvieron las madres por el feminicidio de sus hijas se generó una resignificación, es decir, la creación de un nuevo concepto ante la vivencia que tuvieron en el pasado.

A partir de ello se origina una manifestación social referida a aquellas marchas que protestan los grupos sociales que tiene como propósito la búsqueda de la justicia en donde haya una pena y castigo para el feminicida. Dichos grupos se identifican como movimiento feminista, los cuales, buscan que las mujeres puedan vivir sin miedo y sin violencia en una sociedad igualitaria, es decir, tienen como finalidad la necesidad de un cambio social en donde haya una modificación de estructura social en cuanto a normas, valores, leyes, políticas y creencias. En cuanto al cambio de paradigma, éstos rompen con las ideas establecidas, por ello, el feminismo es un movimiento que constantemente provoca transformaciones en la sociedad hacia un cuestionamiento y desconstrucción del rol y vida de la mujer, así como se ve en la *gráfica 1*.



### Conclusiones

Los resultados demuestran que las madres que perdieron a una hija por feminicidio se enfrentan a un duelo en el que experimentan emociones y conductas como lo son la ira, tristeza, dolor, impotencia, depresión, enojo y la búsqueda de justicia en el que se obtenga un castigo para el feminicida. La resignificación para estas madres involucra la construcción de nuevos significados debido al cambio de vida que experimentan, lo que involucran representaciones sociales y un interaccionismo simbólico de acuerdo a la gráfica 3, en el que se observa la búsqueda de diferentes autores para la contextualización del significado de resignificación social, esto se asocia con nuestro objetivo general de la investigación, el cual es, comprender la resignificación social del duelo en las madres que han sufrido un acto tan atroz y violento como lo es el feminicidio, se llegó a la conclusión que ellas a raíz de esta experiencia resignificaron en un su forma de pensar y su perspectiva a lo que hoy conocemos como violencia.

Asimismo, identificamos estrategias de afrontamientos para ellas a raíz de una necesidad de un cambio social, dando como resultado las manifestaciones sociales que llevan por nombre “movimientos feministas” que tienen como objetivo una equidad, igualdad y orden social en el cumplimiento de la leyes y derechos humanos, aunado a una modificación social en cuanto al rol de las mujeres, creencias y leyes, para combatir una negligencia, impunidad y crítica a las autoridades, lo que hoy conocemos como corrupción (gráfica 4). Es importante que, durante este proceso las madres obtengan redes de apoyo y espacios en donde reciban atención no sólo familiar, también por parte de las instituciones judiciales y psicológico que garanticen un bienestar social y emocional.

### Recomendaciones

- Crear grupos colectivos de víctimas por feminicidio que puedan compartir sus experiencias y vivencias con la población en general.
- Dilvugar y difundir los beneficios de recibir un apoyo psicológico.
- Fortalecer la solidaridad en los ciudadanos.

### Referencias

Bott, Sarah; Guedes, Alessandra; Goodwin, Mary y Mendoza, Jennifer A. Violence against women in Latin America and the Caribbean: a comparative analysis of population based data from 12 countries. Washington, D.C.: Pan American Health Organization y Centers for Disease Control and Prevention, 2012.

Russell, Diana E. H. «Femicide: Politicizing the killing of females», en: VV.AA. Strengthening understanding of femicide. Washington, D.C.: PATH, MRC y WHO, 2008, p. 26-31 (en línea) [Fecha de consulta: 16.06.2015] [https://www.path.org/publications/files/GVR\\_femicide\\_rpt.pdf](https://www.path.org/publications/files/GVR_femicide_rpt.pdf)

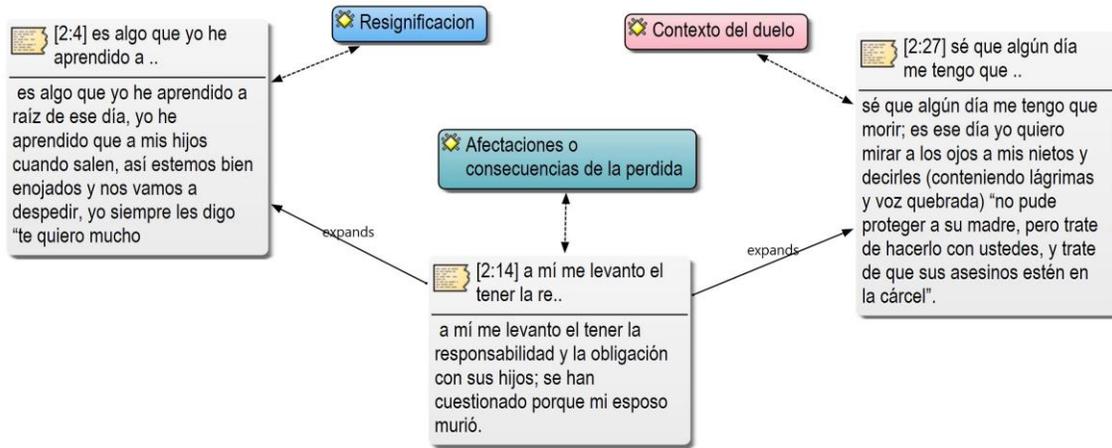
Russell, Diana, 2006b. Definición de feminicidio y conceptos relacionados. En *Feminicidio: una perspectiva global*, editado por ídem., y Roberta Harnes, 73-96. México: unam, ciich, Cámara de Diputados.

Echeburúa, Enrique & Paz, Corral (2004) ¿Cómo sobrellevar mejor el proceso de duelo? Sitio web: <https://paliativossinfronteras.org/wp-content/uploads/14-COMO-SOBRELLEVAR-MEJOR-EL-PROCESO-DE-DUELO-ECHEBURUA.pdf>

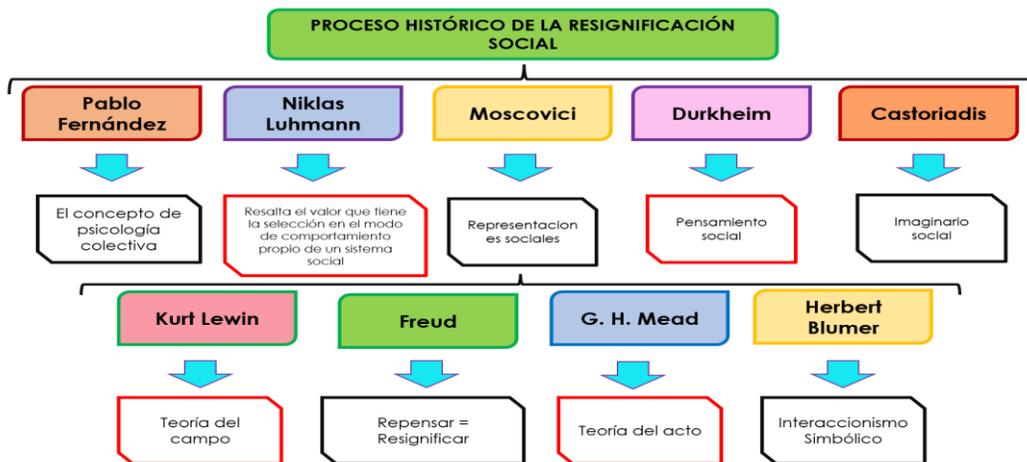
Pérez Cuesta, M. y Nicuesa, M.J. (1999). Afrontar el proceso de duelo. En W. Astudillo, A. García de Acilu, C. Mendinueta y C. Arrieta (Eds.). *Estrategias para la atención integral en la terminalidad*. Bilbao. Sociedad Vasca de Cuidados Paliativos.

## Apéndice

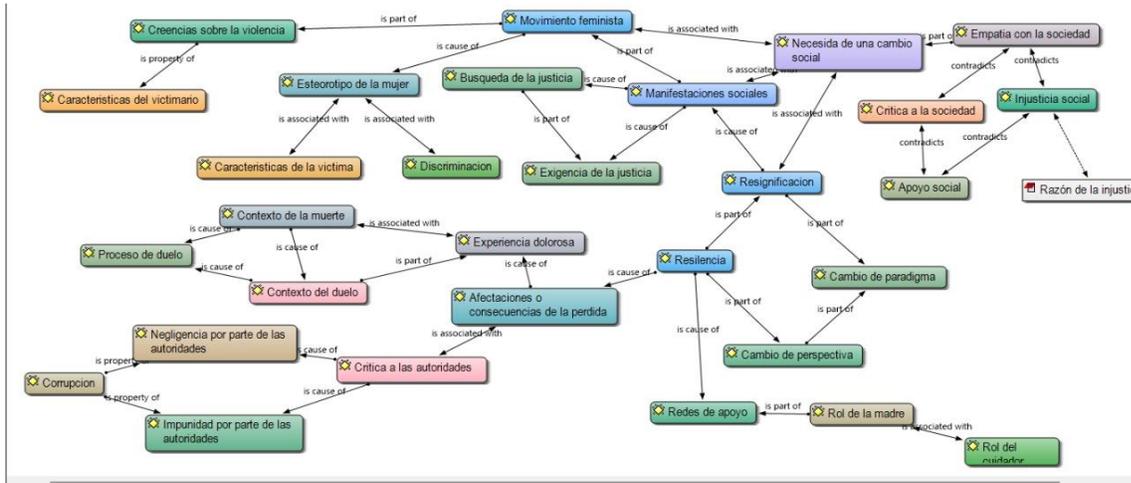
Gráfica 2



Gráfica 3



Gráfica 4



## La Gestión de la Innovación abierta en la Universidad Pública

Mtro. Roberto Alejandro García Jiménez<sup>1</sup>, Dra. Josefina Morgan Beltrán<sup>2</sup>, Dra. Maria Elena Diaz Calzada<sup>3</sup>, Dr. Martín Vivanco Vargas<sup>4</sup>

**Resumen:** Objetivo: El objetivo de este artículo es proporcionar evidencia y herramientas que faciliten el proceso de innovación y gestión del conocimiento en las áreas administrativas en Universidades Públicas. Método: Para la presente investigación se aplicaron las técnicas cuantitativas de de estadística descriptiva que se complementaron con técnicas cualitativas como las encuestas y la observación participante, que integran en conjunto un enfoque mixto de análisis. Resultados: Los hallazgos encontrados refieren soluciones innovadoras en la estructura de creación de conocimiento en áreas administrativas en la universidad pública. Discusiones: El estudio muestra la conformación de una estructura administrativa innovadora a partir del trabajo empírico y un sustento teórico a partir de diversos enfoques. Conclusiones: La innovación del conocimiento en coordinación con la gestión del conocimiento, permite conformar y estructurar actividades organizacionales aptas y convenientes para la universidad pública que mejoran la labor diaria y alinean las actividades de forma conveniente, así mismo es apropiado y congruente la participación externa.

**Palabras clave:** Innovación abierta, Universidad pública, organización, observación participante

### Introducción

La Innovación del conocimiento resulta un tema de amplio interés y un gran acervo de información al respecto, en cita de López (2011 p 225) "Como lo menciona Peter Druker donde el verdadero recurso dominante y factor de producción absolutamente decisivo no es ya ni el capital, ni la tierra, ni el trabajo, es el conocimiento." Por lo anterior resulta sugestivo el lograr asociar el tema con temas transversales, aún más, cuando en el mundo organizacional surgen de manera constante y que se van transformado a través de la generación de nuevos paradigmas y que van más allá del análisis tradicional en la Universidad pública, que generalmente se circunscribe al tema académico únicamente.

Esta valoración del conocimiento tiene un impacto significativo en el ámbito educativo y por ende en el entorno de la institución universitaria, la cual *per se* es una organización precursora del conocimiento.

De igual manera, se integra a esta dinámica la variable de la innovación abierta, a partir de las aportaciones de Chesbrough (2003) manifestando que "las empresas están reconsiderando las formas fundamentales que generan ideas". Estableciéndose como una estrategia importante en la innovación, en donde las organizaciones escudriñan y van más allá de sus límites internos (innovación cerrada), integrando aspectos de participación con entidades o agentes externos y surge una orientación sobre la forma organizacional fundamental para este modelo de estructuras orgánicas (Universidad pública).

A partir de lo anterior, una organización sinérgica se sitúa como un moderno cauce en que la Universidad gestiona conocimiento. Es a partir de los planteamientos anteriores, que surge el presente artículo.

### Revisión de literatura

El modelo de innovación abierta considera una vía alterna o complementaria para la gestión del conocimiento en sus etapas varias. Revisando la validez de las estrategias y procesos preponderantes en innovación tecnológica. La menor

---

<sup>1</sup> Estudiante del Doctorado en Administración de la Universidad Autónoma de Querétaro, México y docente de la Facultad de Contaduría y Administración [ragarciajz@yahoo.com.mx](mailto:ragarciajz@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Querétaro, México [josefina.morgan@uaq.mx](mailto:josefina.morgan@uaq.mx)

<sup>3</sup> Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Querétaro, México, [Malena.diaz@uaq.mx](mailto:Malena.diaz@uaq.mx)

<sup>4</sup> Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro, México [martinvivanco@uaq.mx](mailto:martinvivanco@uaq.mx)

duración de los ciclos de vida organizacionales, la mayor complejidad ha incrementado la necesidad de la adopción de ideas externas.

Es a partir de este punto en donde surge el paradigma de la innovación abierta “que postula la necesidad de establecer flujos internos y externos de conocimiento por parte de las organizaciones para extraer el mayor valor posible de su potencial innovador (Chesbrough, 2003).” (Citado por Gonzales-Sánchez y García-Muiña, 2010, s.p.)

El manual de Oslo (2006) define a la innovación como:

Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (p.56)

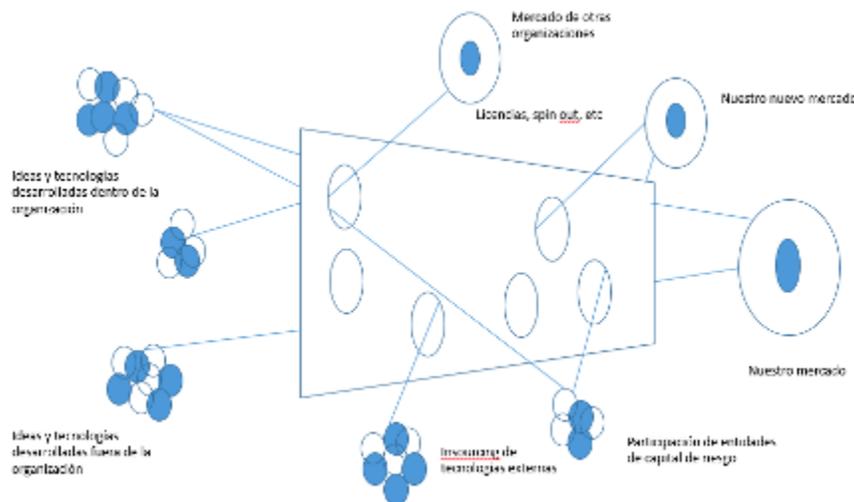
Para Chesbrough (2006) La innovación abierta es un paradigma que apropian las organizaciones y que supone la posibilidad de utilizar ideas tanto internas como externas. (Citado por Rodríguez, Terán y Bucci, 2011. s.p.)

El concepto surge de la idea de las organizaciones ya no son capaces de afrontar de manera completa el proceso de innovación por medios propios. Por lo que se considera contar con recursos externos (ideas, instituciones, propiedad intelectual o productos), para posteriormente integrarlo a su cadena de innovación. Así mismo, los resultados de esta actividad, pueden ser útiles para otra organización.

Frente al modelo clásico de innovación tiene origen en una perspectiva cerrada y lineal de generación, desarrollo y comercialización del conocimiento, partiendo de su propia estructura, el modelo propuesto por Chesbrough propone que a través de la innovación abierta el proceso de innovación es más acelerado, con una reducción de costos y riesgos que se asocian al proceso dentro de la organización, de la misma manera.

Por lo tanto, se trata de un intercambio de tecnología o conocimientos con una doble dirección, tanto interna como externa, según Chesbrough (2006) “Para lograr esta doble transferencia, se requiere que la empresa haga más permeables sus fronteras, con el objetivo de lograr una fuerte interrelación con su entorno. (Citado por González-Sánchez y García-Muiña, 2011, s.p.). De forma gráfica se muestra la figura 1

Figura 1. Modelo de innovación abierta.



Fuente: Elaboración propia a partir de González-Sánchez y García-Muiña (2011)

### **La Universidad Pública**

El concepto moderno de universidad pública surge en el continente europeo a principio del siglo XIX en un momento de intensos cambios sociales y políticos, llevándose a cabo el desarrollo de importantes corrientes dentro del pensamiento liberal y la conformación de los estados nacionales.

Otra vía es la que da forma al modelo educativo en México y que tiene origen en la universidad de Salamanca en España, cuando la universidad colonial de México es fundada por cédula real en septiembre de 1551,

La mencionada cédula real establece que la nueva fundación gozara de tantos privilegios como la Universidad de Salamanca; asimismo, prescribe que el Virrey y la Audiencia se ocuparan de todo lo relativo a su puesta en marcha y

organización. Todos los oidores entonces presentes en México se habrán graduado en Salamanca, y decidieron organizar la naciente institución dándole una estructura análoga a la de su alma mater. (Marsiske 2006 p13)

Según Fundación UNAM (2015 s p) “Fue el 22 de septiembre de 1910, en el marco de los festejos del Centenario de la Independencia de México, cuando se inauguró la “Universidad Nacional”, en una ceremonia presidida por el presidente Porfirio Díaz, y donde el discurso de apertura lo hizo Justo Sierra, ministro de Instrucción Pública.”

En el estado de Querétaro, la UAQ (2019 s p) indica que

A finales de 1950 se clausuró el Colegio Civil y por iniciativa del Gobernador, Dr. Octavio S. Mondragón, se iniciaron los planes para crear la Universidad Autónoma de Querétaro. De tal proyecto se encargó el Coronel y Licenciado Juan Álvarez y, a la muerte de éste, el Lic. Fernando Díaz Ramírez. 1959 se inicia el régimen autonómico de nuestra Universidad.

Así mismo la UAQ (2019 s p) explica “El 24 de febrero de 1951 inició sus clases la Universidad Autónoma de Querétaro con la escuela Preparatoria, la escuela de Derecho y la escuela de Ingeniería.”

### ***La composición organizacional***

Es a partir de la autonomía universitaria, que otorga a las instituciones universitarias la capacidad de organización interna, por lo adquiere características organizacionales y se reconoce como una organización con las características, que a ella se refiere Weber (1922) “Un grupo corporativo que busca lograr un objetivo, este se logra gracias a reglas y órdenes que se llevan a cabo a través de un jefe o un grupo administrativo”. (Citado en Enciclopedia económica 2019 s p)

Así mismo según Parsons (2019) son.

Unidades sociales o agrupaciones humanas, deliberadamente construidas o reconstruidas para alcanzar fines específicos.

Cumpliendo adicionalmente con las siguientes características:

- Son instituciones sociales.
- Están deliberadamente planeadas.
- Se centran en objetivos concretos.
- Cuentan con uno o más centros de autoridad o poder.
- Son un sistema de actividades.
- Tienen diversos niveles de complejidad.
- Están constituidas por una estructura organizacional.
- Utilizan recursos materiales e inmateriales.
- Se conforman por diferentes tipos de personas y diversos grupos.

(Citado en Enciclopedia económica 2019 s p)

Para Etkin (2006) Todas las organizaciones, entre ellas las universidades, son definidas como un conjunto de actores sociales en interacción, reunidos en base al logro de ciertos objetivos claramente delimitados, organizados mediante una estructura formal de normas y autoridad y con recursos o elementos instrumentales para lograrlos (Citado por Claverie 2013 p 7)

Es aquí en donde la universidad pública adquiere la conformación de una organización capaz de generar conocimiento e innovación.

Para Lovera (2009 p178) “Los nuevos conocimientos pasan a formar parte de las competencias dinámicas, como valor agregado de la organización lo que le permite sobresalir y mantenerse en el tope de la economía del conocimiento.”

Para Bustamante y Pérez (2005 s p)

En conjunto, y en atención a la problemática tratada, es necesaria la capacitación de estas (las organizaciones) para la innovación y el reentrenamiento, es decir, la presentación de nuevas propuestas para la producción de conocimiento, en sustitución a las ya agotadas en el ámbito académico, enfocadas al fortalecimiento de la capacidad para incorporar y generar conocimiento pertinente contextualmente.

Por su parte la UAQ (1) (2019), en su Artículo 5º. de su estatuto orgánico, define la autonomía universitaria de la siguiente manera” La Autonomía implica la facultad y responsabilidad de gobernarse a sí misma, bajo los principios

de libertad de cátedra, libertad de investigación, libertad de difusión de la cultura y libertad para prestar servicio social a la comunidad.”

Bajo este contexto organizacional, la institución universitaria se conforma como una entidad capaz de generar conocimiento e innovación en su estructura, siendo éste conocimiento.

Para Muñoz (2009 s p) la concepción de universidad pública se describe como.

La universidad es pública porque recrea el espacio público. Porque en su seno se da el debate racional de las cuestiones que atañen al interés de toda la sociedad. De la universidad pública fluye conocimiento para el bienestar y la prosperidad social, a través de sus egresados y de los resultados de la investigación. De sus actividades fluye cultura. Produce bienes públicos.

Muñoz (2009 s p) Abunda.” Por otra parte, se requiere un sistema público de universidades fuerte y consolidado académicamente para llegar, por la vía del conocimiento, a ser un país más desarrollado.”

La UAQ (2) (2019) establece como sus funciones como universidad pública en el artículo 7, fracción I de la Ley de Acceso a la Información Gubernamental del Estado de Querétaro.

- Impartir con validez oficial, Educación Técnica, Media Superior, Superior, de Licenciatura, Especialización, Maestría y Doctorado y Cursos de Actualización en sus modalidades escolar y extraescolar, procurando que la formación de profesionales corresponda a las necesidades de la sociedad.
- Organizar y desarrollar actividades de investigación humanística y científica, atendiendo primordialmente a los problemas estatales, regionales y nacionales en relación con las condiciones del desenvolvimiento científico e histórico.
- Preservar y difundir la cultura.
- Prestar servicios a la comunidad de acuerdo a sus posibilidades.
- Actuar como agente de cambio y promotor social a través de sus tareas sustantivas.

### ***La Innovación Abierta y la universidad pública***

La interacción de las organizaciones con agentes externos de innovación, permite el acceso, en este caso, de la institución universitaria pública en un entorno en que las actividades cotidianas se enriquecen del conocimiento e innovación externo y en una dimensión que se más allá de la organización.

Para la economía del conocimiento la creación de conocimiento requiere el uso eficiente de recursos internos y externos, con una capacidad de comprensión e interacción con el entorno social, considerando la interrelación de agentes externos en la aportación de innovación para robustecer el conocimiento interno hacia mejores prácticas organizacionales.

Por lo anterior, la integración a la institución universitaria pública de innovación abierta faculta la captación de conocimientos fuera de la organización.

Es entonces que las instituciones universitarias públicas necesitan de la constante generación de conocimiento y el apoyo de la innovación abierta para evolucionar y responder adecuadamente a la metamorfosis social que la enmarca, generando el conocimiento constantemente, siendo la innovación abierta y la gestión del conocimiento, maximizadores de las aportaciones de conocimiento e integrándolas a su estructura organizacional.

### **Diseño y proceso metodológico**

El análisis de la información se analizará al amparo de un enfoque mixto, por tanto, partir de los enfoques cuantitativo y cualitativo. Fundamentando el enfoque cualitativo a partir de la estrategia de la Observación participante, mientras que en referencia al enfoque cuantitativo se sustentará en la realización de encuestas, que se evaluarán a través de métodos no paramétricos de Estadística.

El uso de la metodología mixta en la investigación se presenta como una herramienta adecuada para el estudio e interpretación del campo organizacional. En virtud de que se analizan y estudian hechos fundamentados tanto en información cualitativa, como en datos que son posible analizar y explicar de forma estadística. El presente estudio busca la interpretación a partir de estos dos métodos complementarios de investigación en el campo organizacional.

La investigación es un proceso dinámico que permite la profundización en el conocimiento de las organizaciones, sean estas públicas o privadas, para la comprensión de sus fenómenos por encima de lo visiblemente manifiesto. Lo

que auxiliado por la mayor cantidad de metodologías complementarias permite conformar un conocimiento con perspectivas suplementarias.

Para Saravia (2003)

Jick (1979) presentó los puntos fundamentales del estudio mixto “al recurrir a técnicas e instrumentos proporcionados por paradigmas positivistas y naturalistas para la recolección de datos, dando un lugar prioritario a la triangulación de datos.” (Citado por Pereyra 2011 p 16)

La metodología mixta permite la combinación de metodologías de investigación arriba expuestas, provenientes de las tradiciones cuantitativas y cualitativas.

Para Pole (2009 p 39) “Los enfoques con metodologías mixtas pueden ser a veces superiores a las investigaciones con métodos individuales. La investigación con metodologías mixtas puede responder a preguntas que otros paradigmas no pueden responder”.

### **La Observación participante**

La observación participante, se emplea en diversas áreas de estudio cualitativas en la recolección de datos sobre la interacción de las personas, el proceso en que se interactúa y la cultura de las personas y la organizacional.

Para su conceptualización explica Galeano (2012 p 34) “Como técnica de investigación social, la observación participante se refiere a la recolección de información que realizan los observadores implicados, como investigadores, durante un período extenso de tiempo, suficiente para observar un grupo”

### **El Coeficiente de Correlación**

La Correlación es una medida de correspondencia o vínculo entre variables.

Cuando se desea establecer la relación de 2 variables cuantitativas continuas con distribución normal se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$  de Pearson). Sin embargo, cuando alguna de las 2 variables por correlacionar no siguen una distribución normal, la prueba que corresponde es el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$  de Spearman).

Para el caso del Coeficiente de Correlación de Pearson se establece el siguiente criterio de manera genérica. La tabla 1 muestra la interpretación del Coeficiente de Pearson

Tabla 1. Interpretación del Coeficiente de Pearson

Coeficiente	Interpretación
$r=1$	Correlación perfecta
$0.80 < r < 1$	Muy alta
$0.60 < r < 0.80$	Alta
$0.40 < r < 0.60$	Moderada
$0.20 < r < 0.40$	Baja
$0 < r < 0.20$	Muy baja
$r = 0$	Nula

Fuente: Elaboración propia (2010)

Como se observa, el Coeficiente de Correlación de Perason, se encuentra entre 0 y (+) 1, mientras más se acerque a cero, será menor la relación de correspondencia entre las variables analizadas, como se aprecia y que es importante señalar que el coeficiente puede ser positivo (+) o negativo (-). Lo anterior también implica un cambio en la pendiente

de la orientación de las variables en contexto, y que determinan si ambas se comportan en un mismo sentido, o si su comportamiento es antagónico.

Mendenhall (2010 p 534) establece la siguiente fórmula para la correlación de Pearson

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{S_{xy}}{S_{xx} S_{yy}} \quad \text{para } -1 \leq r \leq 1$$

### ***El de Cronbach***

La medición se utiliza repetidamente en los trabajos de investigación, para su correcto uso, las mediciones deben hacerse de la manera más confiable, con la intención de interpretar de manera adecuada la muestra analizada.

El establecimiento de la coherencia interna de una medición, refiere a una validez del constructo y a la fuerza de la correlación que existe entre los componentes.

Oviedo (2005 p 572) explica “Valores de alfa de Cronbach entre 0,70 y 0,90 indican una buena consistencia interna”, así mismo “La determinación del alfa de Cronbach se indica para escalas unidimensionales entre tres y veinte ítems.”

El de Cronbach se refiere a un coeficiente que permite tener una medición del grado de confiabilidad dentro de una escala de medición, la cual proviene de la media de las correlaciones entre variables que conforman la muestra, SPSS (2010) lo define como:

El coeficiente Alfa de Cronbach es un modelo de consistencia interna, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems. Entre las ventajas de esta medida se encuentra la posibilidad de evaluar cuánto mejoraría (o empeoraría) la fiabilidad de la prueba si se excluyera un determinado ítem.

El  $\alpha$  de Cronbach queda determinada por:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K = Numero de Ítems.

$S_i^2$  = Sumatoria de varianza de los ítems.

$S_T^2$  = Varianza de la suma de los ítems.

Mientras más se acerque el Coeficiente a 1, el grado de confiabilidad es superior.

### ***Las Variables de Investigación***

Las Variables Dependientes (Dimensiones), son las siguientes:

- Aprendizaje Organizacional
- Gestión del Conocimiento
- Cambio Organizacional
- Las Variables independientes (dimensiones) son:
  - Las condiciones para el aprendizaje
  - Las competencias para el aprendizaje
  - Innovación Abierta
  - Creación de conocimiento
  - Compartir conocimiento
  - Aplicación del conocimiento
  - Liderazgo
  - Comunicación
  - Las Actitudes de los participantes.

### **Presentación y análisis de resultados**

La muestra estuvo compuesta de representantes de 13 facultades de la Universidad, y exceptuando para esta muestra a la Escuela de Bachilleres Autónoma de Querétaro y dos empleados pertenecientes al área administrativa, la información fue recolectada y como instrumento se utilizó el método del cuestionario y estructurado con la escala de Likert.

A partir del análisis, es posible establecer que existe una relación a partir de los datos colectados, es permisible vincular los resultados que se aprecian en la Tabla 2, en que las dimensiones de la variable analizada, en este caso el

Aprendizaje Organizacional, a partir de la muestra, tiene un resultado favorable con respecto a cada dimensión evaluada, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis cuantitativo del Aprendizaje Organizacional.

Variable	Dimensiones	Unidad de medida	$\alpha$ de Cronbach
Aprendizaje Organizacional	Condiciones para el aprendizaje	Escala de Likert	0.987446
	Competencias para el aprendizaje	Escala de Likert	0.968893
	Innovación abierta	Escala de Likert	0.983482
	Promedio de la variable		0.979940

Fuente. Elaboración propia con datos propios.

Como explica Quero (2010 p 251) Primeramente, es oportuno destacar, y ya algo se ha dejado ver al respecto, que de manera “natural” el coeficiente de consistencia interna Alpha de Cronbach expresa el grado en que los ítems miden la misma variable: homogeneidad. De tal manera que su utilidad original se orienta a calcular la confiabilidad de un instrumento cuyos ítems o reactivos conformen un único dominio, esto es, una variable o rasgo único.

Los resultados en las diferentes dimensiones se encuentran por arriba del 90% con respecto a la variable de Aprendizaje organizacional, lo que permite expresar la confiabilidad de la variable de manera positiva. Así mismo, con respecto al promedio de las dimensiones evaluadas, el resultado es de 97.9940 %. Lo cual señala un grado alto de concordancia ente los factores evaluados.

Según Carmines y Zeller (1979) consideran “que, como regla general, las confiabilidades no deben ser inferiores a 0.80.” (Citado por Quero 2010 p 251).

Con respecto al Coeficiente Correlación de Pearson, se realizó una medición transversal entre las Dimensiones para obtener el grado de correlación, obteniéndose los siguientes resultados.

Innovación Abierta y Crear Conocimiento, el resultado se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis cuantitativo de la Innovación Abierta.

Dimensión	Coeficiente de Correlación
Innovación Abierta Crear Conocimiento	0.906168

Fuente. Elaboración propia con datos propios.

Al confrontar las dos dimensiones de manera transversa, se obtiene un Coeficiente de Correlación de Pearson del 90.61 % el cuál es muy alta.

De la misma manera, al contrastar la Dimensión de Compartir Conocimiento con las Actitudes, a través de la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis cuantitativo de Compartir el Conocimiento.

Dimensión	Coeficiente de Correlación
Compartir Conocimiento Actitudes	0.848167

Fuente. Elaboración propia con datos propios.

El resultado del Coeficiente de Correlación de Pearson es de 84.81 %, que se establece como muy alto. Es a partir de los datos detallados anteriormente que la Hipótesis Central de la Investigación se acepta. La Gestión del conocimiento en la universidad pública a partir de sus agentes internos y la participación activa de la Innovación Abierta, permitieron la transformación organizacional hacia mejores prácticas, y es posible cuantificar el resultado a través de la participación de los agentes involucrados.

### Discusiones

A partir de los resultados prácticos y de su posterior análisis estadístico, en la que participó el presente escritor, como agente de innovación abierta en la dinámica de estudio de campo y que se realizaron dentro de una Institución universitaria de carácter público y al confrontarlo con la teoría, es posible determinar que, a partir de las variables seleccionadas para su estudio, permitieron confirmar la teoría en las diferentes dimensiones.

El Aprendizaje Organizacional requiere de un ambiente propicio que haga efectivo el flujo de conocimiento hacia la organización, y como se argumentó anteriormente, a partir de las evaluaciones realizadas, éste se llevó a cabo de manera satisfactoria, al cumplir con los parámetros requeridos.

A partir de Haqani y Ahlan (2015) “Es así como las instituciones de educación superior crean e implementan conocimiento entre sus procedimientos y actividades generando y difundiendo ideas, salvaguardando el conocimiento, catalizando la innovación, estimulando la economía regional y fortaleciendo la sociedad civil.” (Citado por Araneda, C., Rodríguez, E., Pedraja, L., Baltazar, C. y Soria, H. 2017 p 15)

Por su parte Drucker (1993) En el pasado, las fuentes de ventajas competitivas eran el trabajo y los recursos naturales, de ahora en adelante, la clave para construir la riqueza de las naciones es el conocimiento. (Citado por Vera y Ospina 2016 p 12)

Es a partir del Manual del Oslo (2006 p 52) “Las encuestas sobre innovación pueden proporcionar datos a la vez cualitativos y cuantitativos sobre los resultados de esta actividad. Además, estos datos pueden servir de forma muy útil como insumos en posteriores análisis sobre el impacto de la innovación.”

Confirmando la importancia de la participación de la innovación, en este caso abierta, en el fomento en forma positiva del Aprendizaje Organizacional.

De la misma manera, la Gestión del Conocimiento, como una herramienta que permite la instauración de mejores prácticas para la actividad organizacional, resulto favorable, en virtud de comprobarse en el marco del análisis de sus dimensiones, así se concuerda con Garzón y Fisher (2008) al detallar que.

La capacidad de las organizaciones de crear, organizar y procesar información desde sus fuentes, para generar nuevo conocimiento individual, de equipo, organizacional e inter-organizacional, generando una cultura que lo facilite y permitiendo las condiciones para desarrollar nuevas capacidades, diseñar nuevos productos y servicios, incrementar la oferta existente y mejorar procesos, orientados a la perdurabilidad (Citado por Zabaleta, M., Brito, L. y Garzón, M. 2016 p 138)

Así el conocimiento es valorado de forma multidimensional conformando una estructura que permite la evolución de la Universidad pública como una organización, confirmando la teoría con la praxis.

La evaluación de la Gestión del conocimiento fue satisfactoria y permite el conocimiento explícito, concuerda con la teoría correspondiente.

Explica Rivera (2006 p 71) el “Conocimiento explícito: es el conocimiento que está codificado y que es transmisible a través de algún sistema de lenguaje formal”

El conocimiento puede ser compartido y conforma parte del mejoramiento organizacional, y es una variable que es aplicable también a la Institución universitaria pública

Rivera (2006 p 78) detalla “La Gestión del Conocimiento debe cumplir con estos conceptos, debe implementar políticas y estrategias para la producción, conservación, transferencia y uso de conocimiento (información útil), la estructura organizacional (incluido sus procesos)

Finalmente, es la variable Desarrollo Organizacional, en donde las acciones instrumentadas permiten el cambio interno de las organizaciones hacia las mejores prácticas organizacionales, que permite la transformación y evolución de la Institución universitaria pública.

Para Chiavenato (2010)

El cambio organizacional como un conjunto de alteraciones, transformaciones y modificaciones tanto estructurales como de comportamiento, las cuales se compenentran íntimamente, de acuerdo a una nueva y adecuada estrategia, para obtener los mejores resultados, tanto para la empresa como todos sus componentes, es decir, estructura, procesos, tecnología y personas, tomando como referencia que las transformaciones en las organizaciones nunca son

fragmentadas, es decir, la alteración de un elemento redefine todo el sistema. (Citado por Prieto, R., Emonet, P., García, J. González, D. 2015 p 388)  
Según Barroso y Delgado (2007 p 43) “En este sentido se puede plantear el cambio organizacional como un conjunto de transformaciones que sufren las organizaciones, que se expresan en un nuevo comportamiento organizacional.”  
Basados en la creación y desarrollo de conocimiento, apoyado por la innovación abierta. Bajo estas premisas es posible confirmar los aspectos teóricos del conocimiento, la innovación y el cambio organizacional.

### Conclusiones

En la actualidad el conocimiento es un intangible de gran valor para las personas y las organizaciones. A través del presente trabajo se aprecia la importancia de la creación y gestión del conocimiento en las organizaciones, así mismo de la innovación y que esta puede provenir del exterior para enriquecer el desarrollo de las organizaciones.  
Así mismo, se vislumbra a la Institución universitaria pública como una organización, a la que es posible evaluar como tal. A partir del concepto anterior, se ha mostrado también como la Universidad pública cumple un rol fundamental en la generación, transmisión y custodia de conocimiento dentro de la sociedad y de la organización misma.  
El cambio organizacional es incluyente para la organización pública y la privada, por lo que el análisis anterior, a través del presente trabajo, incluyendo la innovación abierta, comprenden la figura y concepto en sentido amplio de la organización. Lo anterior implica que el trabajo realizado se ajusta a las diferentes formas organizacionales a las que pudiera en un futuro enfrentar.  
El trabajo muestra y confirma los conceptos teóricos en referencia a la creación, distribución y recepción de conocimiento, así mismo, cuando éste se presenta por parte de agentes externos a la organización, enriqueciendo en conocimiento endógeno y permitiendo la evolución organizacional del conocimiento.  
El estudio del conocimiento en las organizaciones es incluyente, permite y acepta conceptos y prácticas provenientes de diferentes orígenes culturales, internos y externos, globalizando el concepto original y permitiendo una inserción eficaz y eficiente al cambiante entorno, así mismo contribuyendo al crecimiento de la Institución universitaria pública.  
Así mismo, la captación del conocimiento interno y la participación del autor como agente de innovación externa, permitieron la conformación de un cambio organizacional, que a su vez generó una nueva valoración ideológica, que permitió el rompimiento del paradigma conceptual anterior, generando nuevos juicios a partir de los ya existentes y adicionando los provenientes del exterior.  
Por lo anterior es importante la constante el constante análisis y estudio de las diferentes dimensiones de la organización, por actividades como la presente, que coadyuvan a la evolución constante, tanto del conocimiento como de las organizaciones en su carácter público o privado.

### Referencias

- Araneda, C., Rodríguez, E., Pedraja, L., Baltazar, C. y Soria, H. (2017) *La gestión del conocimiento en instituciones de educación superior del norte de Chile*. Revista de Pedagogía, vol. 38, núm. 102, Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela
- Arias, M. (2000) *La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones Investigación y Educación en Enfermería*, Revista investigación y educación en enfermería, vol. XVIII, núm. 1, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Barroso, G. y Delgado, M. (2007) *Gestión del cambio organizacional a través de proyectos*. Ingeniería Industrial, vol. XXVIII, núm. 1, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría La Habana, Cuba
- Bustamante, S. Pérez I., (2005) *Capacidad innovativa y organizaciones generadoras de conocimiento*, Revista Omnia, Universidad de Zulia, Maracaibo
- CEPAL (2002), Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Experiencias y metodología de la investigación participativa*, Serie Políticas sociales, Ed. Publicación Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Chesbrough, H., (2003), *The era of open innovation*, Ed. MIT Sloan Management review, Cambridge.
- Claverie, J., (2013) *La universidad como organización: tres enfoques para el análisis de sus problemas de gestión*, Gestión y gerencia, Ed. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” - UCLA Decanato de Administración y Contaduría Centro de Investigación - CI-DAC, Estado Lara
- CONEVAL (2014) *Manual para el diseño y la construcción de indicadores*. Ed. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México.
- Enciclopedia económica (2019) ¿Qué es una organización?, Se puede consultar en: <https://enciclopediaeconomica.com/organizacion/>
- Fundación UNAM (2015) *La UNAM, la institución académica más importante*, Ed. Fundación UNAM, Se puede consultar en: <http://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/la-unam-la-institucion-academica-mas-importante/>
- Galeano, M (2012) *Estrategias de investigación social cualitativa*, Colección Ariadna, Ed. La carreta editores, Medellín.
- García, F. y et al (2006) *Diseño de Cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones*, Revista Clínica de Medicina de Familia, vol. 1, núm. 5, octubre, Sociedad Castellano-Manchega de Medicina de Familia y Comunitaria Albacete.
- Garzón, M., Fisher, A., (2008) *Modelo teórico de aprendizaje organizacional* Pensamiento & Gestión, núm. 24, julio, Universidad del Norte Barranquilla, Colombia
- González-Sánchez., García-Muiña, F. (2010) *Innovación abierta: Un modelo preliminar desde la gestión del conocimiento*. Ed. Rey Juan Carlos University. España
- Kawulich B. (2005) *Participant Observation as a Data Collection Method*, Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, Vol. 6, No 2, recuperado de: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/466/997>

- López, M., (2011) *La relevancia de la gestión del Conocimiento en las empresas*. Revista apuntes del CENES, Ed. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá.
- Lovera, M., (2009) *La organización creadora de conocimiento: una perspectiva teórica* Omnia, vol. 15, núm. 2, mayo-agosto, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela
- Mackellar, J (2013) *Participant observation at events: theory, practice and potential*, International Journal of Event and Festival Management, Griffith University, recuperado de: [https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/53223/87895\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/53223/87895_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Manual de Oslo (2006). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Ed. OCDE y Eurostat. Madrid.
- Marsiske, R., (2006) *La universidad de México: Historia y Desarrollo* Revista Historia de la Educación Latinoamericana, vol. 8, 2006, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Boyacá, Colombia
- Mendenhall (2010) *Introducción a la probabilidad y estadística*, Décima tercera edición William Mendenhall, Robert J. Beaver y Bárbara M. Beaver. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. México.
- Muñoz, H., (2009) La Universidad pública en México, Publicación digital del Seminario de Educación Superior de la UNAM septiembre 2009. Puede ser consultado en: [https://www.ses.unam.mx/integrantes/uploadfile/hmunoz/Munoz\\_PubliDigitalesSES.pdf](https://www.ses.unam.mx/integrantes/uploadfile/hmunoz/Munoz_PubliDigitalesSES.pdf)
- Oviedo, C. y Campos, A. (2005) *Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach*, Revista Colombiana de Psiquiatría, vol. XXXIV / No. 4 / 2005, Asociación Colombiana de Psiquiatría. Colombia
- Pereyra, Z. (2011) *Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta*. Revista Electrónica Educare, Universidad Nacional Costa Rica.
- Pimienta, R (2000) *Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas*, Política y Cultura, núm. 13, Ed. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.
- Pole, K. (2007), *Mixed Method Designs: A Review of Strategies for Blending Quantitative and Qualitative Methodologies*, Volume 20, Number 4, Fall, Ed. Researchgate, USA.
- Pole, K. (2009) *Diseño de metodologías mixtas Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas*. Revista Renglon. Universidad Jesuita de Guadalajara, recuperado de [https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/252/kathryn\\_pole.pdf?sequence=1](https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/252/kathryn_pole.pdf?sequence=1)
- Prieto, R., Emonet, P., García, J. González, D. (2015) *Cambio organizacional como estrategia de gestión en las empresas mixtas del sector petrolero*. Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXI, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 386-402 Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela
- Quero, M. (2010) *Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach Telos*, vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín Maracaibo, Venezuela
- Real Academia de lengua (RAE) recuperado de: <http://www.rae.es/>
- Repullo et al (2003) *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos*. Dialnet. recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=622168>
- Rivera, J., (2006) *¿Gestión del conocimiento o gestión de la información?* Tecno Lógicas, núm. 16, Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia
- Rodríguez., Terán, A., y Bucci, N., (2011) *La innovación abierta como elemento de análisis en las pequeñas y medianas industrias. Caso sector metalmeccánica*. Ed. Revista de Administração e Inovação, Universidad de São Paulo São Paulo, Brasil.
- Ruiz, M. et al (2013) *El enfoque mixto de investigación en los estudios fiscales*, Ilatemoani Revista Académica de Investigación, No. 13 agosto 2013 España
- SPSS (2010) *SPSS Análisis de fiabilidad*, Universitat de Valencia. Recuperado de: [https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0801B.pdf](https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0801B.pdf)
- UAQ (1) (2019), *Estatuto orgánico de la Universidad Autónoma de Querétaro*, Puede consultarse en: <https://www.uaq.mx/leyes/documentos/EstatutoOrganicoUAQ.pdf>
- UAQ (2) (2019), *Funciones de la Universidad*, Puede consultarse en: <https://transparencia.uaq.mx/index.php/informacion-publica-y-enlace/de-la-uaq/funciones-de-la-universidad>
- UAQ (2019), *Historia*, Portal Universidad Autónoma de Querétaro, Puede consultarse en: <https://www.uaq.mx/index.php/conocenos/sobre-la-historia>.
- Vera, M., Ospina, Y. (2016) *Importancia del aprendizaje organizacional como mecanismo que favorece la consecución de los objetivos organizacionales*. Colección académica de Ciencias Sociales ISSN -e: 2422-0477 Vol. 3 No.1 enero – Junio, Universidad Pontificia Bolivariana,
- Zabaleta, M., Brito, L. y Garzón, M. (2016) *Modelo de gestión del conocimiento en el área de TIC para una universidad del caribe colombiano*. Revista Lasallista de Investigación, vol. 13, núm. 2, Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia

# Caracterización de las Propiedades de Transmisión Térmicas de un Mortero a Base de Chukum Originario de la Zona Maya en México

Ing. Luis Mauricio García Noverola<sup>1</sup>, Dr. Inocente Bojórquez Báez<sup>2</sup> y Dr. Luis Alberto Morales Hernández<sup>3</sup>

**Resumen**—La caracterización de las propiedades térmicas de un material ayuda a comprender su comportamiento como aislante en algún medio o sistema, de ahí la importancia de estudiar dichas propiedades de materiales con su uso orientado a la construcción. En este estudio se determinó la conductividad térmica del Chukum a través de un conductímetro de placa caliente guardada y se especificó la resistencia térmica total ( $R_T$ ) de algunos sistemas constructivos típicos del sureste mexicano utilizando el material como mortero. Se encontró una conductividad térmica de  $0.623 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  y  $R_T$  de  $2.274 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y  $1.190 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  para los sistemas de muros y techos, respectivamente. Se discutió sobre el potencial del Chukum como mortero aislante en su región de origen en comparación con el mortero sugerido para la región por la NOM-008-ENER-2001 y con morteros a base de cemento, cal y polvo de piedra caliza (C-C-P) en distintas proporciones utilizados comúnmente en la zona maya de México. Se concluyó que el Chukum actúa como el mejor aislante térmico en sistemas de techos empleando el conjunto mortero-madera.

**Palabras clave**—Chukum, mortero, conductividad térmica, resistencia térmica, sistemas constructivos.

## Introducción

Los materiales que conforman la envolvente en una edificación tienen un papel decisivo en la obtención de confort térmico ya que actúan como filtro entre las condiciones externas e internas al controlar la transmisión de calor por los distintos medios. En la Península de Yucatán, México, al ser una región con una gran influencia de la cultura maya desarrollada en la antigua Mesoamérica aún está vigente el uso de materiales endémicos y técnicas de la arquitectura maya en diversos tipos de construcciones y actividades arquitectónicas.

La corteza del árbol de Chukum (*Havardia albicans*) de la familia de las *Fabaceae*, produce una goma soluble en agua que, al contacto con morteros a base de cal, aporta mejores cualidades ópticas y mecánicas, de manera que, al combinarse con el líquido altamente alcalino de la cal, se activa y posibilita una cristalización ordenada y en escala de nano-cristales, lo que resulta en un cementante altamente plástico con buenas propiedades de fraguado y muy resistente. En un estudio realizado para la restauración de la zona arqueológica de Calakmul en Campeche (Fuentes-Porto & Otero-Corral, 2010), se empleó el mortero de Chukum como material orgánico compatible para ser aplicado sobre el estuco original de la construcción debido a su potencial de adhesión, hidratación, plasticidad y fraguabilidad, además de conservar sus características pictóricas.

Los materiales mayas como el *sascab* (carbonato de calcio), el estuco y morteros a base de cortezas naturales como el Chukum han sido estudiados desde su parte microestructural apuntando hacia un entendimiento de sus propiedades ópticas e impermeabilizantes (Vázquez de Agredos & Horcajada, 2017); sin embargo, el empleo de estos en edificaciones de tipo residencial en distintos lugares del sureste mexicano, principalmente en la ciudad de Mérida, Yucatán, debido a la fuerte necesidad de restauración de su centro histórico tras un deterioro a causa de la modernización urbana temprana (Peraza, 2014) y con la llamada segunda modernidad arquitectónica habitacional que consistió en la innovación de formas y sistemas estructurales (Román Kalisch, 2012), resulta conveniente estudiar las propiedades de transmisión térmicas que hasta ahora eran conocimientos empíricos de los profesionales de la construcción que los emplean en esta región.

El estudio del comportamiento térmico de morteros, abarcando desde la caracterización de sus propiedades térmicas hasta su influencia en los espacios interiores, han sido clave para establecer el uso de materiales de construcción aislantes. Borbón, *et al.* (Borbón *et al.*, 2017) experimentaron con morteros a base de cemento y arena aligerados con perlita pre-expandida comercial en diferentes proporciones y realizaron pruebas de esfuerzo a la compresión y conductividad térmica comprobando la relación densidad-conductividad existente de las mezclas para así determinar la aplicación sugerida de cada una de ellas.

De igual manera, en el Caribe mexicano se emplean comúnmente morteros a base de áridos locales en los sistemas constructivos, por lo que Bojórquez *et al.* (Bojórquez *et al.*, 2010) realizaron una investigación del comportamiento térmico de los sistemas de techo a base de vigueta y bovedilla y losa de concreto armado empleando

<sup>1</sup> El Ing. Luis Mauricio García Noverola es estudiante de la M. C. en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Querétaro, San Juan del Río, Qro. [lgarcia167@alumnos.uaq.mx](mailto:lgarcia167@alumnos.uaq.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Inocente Bojórquez Báez es profesor jubilado de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Chetumal, Q. Roo. [inocentebojorquez@gmail.com](mailto:inocentebojorquez@gmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Luis Alberto Morales Hernández es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro, San Juan del Río, Qro. [luis.morales@uaq.mx](mailto:luis.morales@uaq.mx)

morteros con diferentes proporciones de cemento, cal y polvo de piedra caliza, caracterizando experimentalmente cada uno de ellos con respecto a sus propiedades termo-físicas y posteriormente, mediante modelos matemáticos determinaron otras de sus propiedades térmicas.

Debido a la creciente tendencia del uso de Chukum en morteros en el sureste mexicano, el objetivo de este estudio fue caracterizar las propiedades de transmisión térmicas del material para determinar su aplicación sugerida; la conductividad térmica  $k$  se determinó experimentalmente mediante el conductímetro de placa caliente guardada, mientras que la  $R_T$  fue determinada mediante modelos matemáticos aplicados a sistemas constructivos típicos del lugar. Así, una vez obtenida la  $R_T$  fueron comparados con morteros semejantes encontrados en la literatura, con el mortero sugerido por la NOM-008-ENER-2001 (CONUEE, 2001) y con valores de morteros típicos de la región obtenidos por Bojórquez *et al.*, concluyéndose que, en sistemas de techos, el mortero de Chukum con madera es el de mayor aislamiento térmico en la región y en sistemas de muros actúa como un buen material aislante.

### Descripción del Método

#### Materiales y preparación

Para la parte experimental se utilizaron dos muestras (M1 y M2) de mortero de Chukum, las cuales fueron pesadas, medidas y posteriormente deshumidificadas en un horno de laboratorio con rango de operación de 5 a 250 °C con resolución de 1 °C. La caracterización de las muestras se observa en el Cuadro 1.

Especificación de las muestras									
Espesor (a) [m]		Alto (h) y largo (l) [m]		Área (S) [m <sup>2</sup> ]	Masa (m) [kg]		Densidad (ρ) [kg/m <sup>3</sup> ]		
<b>M1</b>									
L <sub>1</sub>	0.025	h <sub>1</sub>	0.155	S <sub>1</sub>	0.019	m <sub>1</sub>	0.73	ρ <sub>1</sub>	1507.096
		l <sub>1</sub>	0.125						
<b>M2</b>									
L <sub>2</sub>	0.026	h <sub>2</sub>	0.149	S <sub>2</sub>	0.018	m <sub>2</sub>	0.76	ρ <sub>2</sub>	1523.607
		l <sub>2</sub>	0.125						
L <sub>1</sub> +L <sub>2</sub>				S <sub>prom</sub>	0.019	Σm	1.49	ρ <sub>promedio</sub>	1515.351

Cuadro 1. Caracterización de las muestras de Chukum.

#### Conductividad térmica $k$ del Chukum

Para la parte experimental, se utilizó un conductímetro de placa caliente guardada desarrollado en la Universidad de Quintana Roo de acuerdo con la norma ASTM C177-19 (ASTM C177-19, 2019); mediante la ecuación de Fourier modificada mostrada en (1) y siguiendo el método de medición de flujo de calor en estado estable especificado en la norma ASTM C518-21 (ASTM C518-21, 2021) se calculó la conductividad térmica de las muestras en 4 corridas de medición.

$$k = \frac{\dot{Q}(L_1 + L_2)}{2A(\Delta T_1 + \Delta T_2)} \quad (1)$$

Donde:

$\dot{Q}$  : flujo de calor suministrado [W]

$L_1, L_2$  : espesores de cada espécimen [m]

$A$  : área promedio de ambos especímenes [m<sup>2</sup>]

$\Delta T_1, \Delta T_2$  : diferencias de temperaturas superficiales de cada espécimen [°C]

$k$  : conductividad térmica [W/m °C]

Se suministró calor en las superficies interiores de las muestras mediante una resistencia eléctrica. La disipación de calor fue producida por un gradiente de temperatura hacia placas de aluminio y por un flujo de aire generado por ventiladores colocados en la estructura del equipo. La energía eléctrica fue suministrada por un autotransformador variable con potencia nominal de 1.3 kW; los valores de tensión se midieron con un multímetro de gancho con resolución: 0.01 V y exactitud:  $\pm(1.2\% + 5d)$  para un rango de 40 V en CA y la intensidad de corriente se midió con un multímetro con resolución: 10 mA y exactitud:  $\pm(3\% \text{ de rdg} + 5d)$  para un rango de 10 A en CA; las temperaturas en las superficies de los especímenes y la del ambiente se midieron a través de termopares tipo K y fueron registrados en un monitor SR630 de 16 canales con resolución: 0.1 °C y exactitud:  $\pm 0.5$  °C. En la Figura 1 se observa un esquema del arreglo general de los componentes mecánicos del conductímetro.



Figura 1. Arreglo general de los componentes mecánicos del conductímetro.

### Análisis de incertidumbre

Como en todo proceso experimental, se realizó un análisis de incertidumbre para estimar las variaciones de la información que caen fuera del margen de las desviaciones aleatorias esperadas. Se utilizó el método de Kline y McClintock (Holman, 1988) para la estimación de incertidumbre mediante la ecuación (2). Dadas las variables en la ecuación (1), se definió la incertidumbre de las variables independientes como  $w_1(\dot{Q}) = 0.001$ ,  $w_2(L_1+L_2) = 0.02$ ,  $w_3(A) = 0.02$  y  $w_4(\Delta T_1 + \Delta T_2) = 0.01$ .

$$W_R = \left[ \left( \frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left( \frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left( \frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Donde:

$W_R$  : incertidumbre del resultado

$\frac{\partial R}{\partial x_n}$  : derivada del resultado con respecto a la variable independiente correspondiente

$w_n$  : incertidumbre de las variables independientes, desde  $n = 1, 2, 3, \dots, n$

### $R_T$ en sistemas constructivos

Los sistemas constructivos típicos de la región son el sistema de muro que consiste en mortero-bloque de concreto-mortero, mientras que los sistemas de techos consisten en mortero-vigueta y bovedilla-concreto armado-mortero, sin embargo, se consideró el caso de estudio de un hotel con edificaciones en donde se implementó un sistema de techo con el mortero en conjunto de calcreto y otro con madera (jabón). En las Figuras 2 y 3 se muestran los esquemas de estos sistemas.

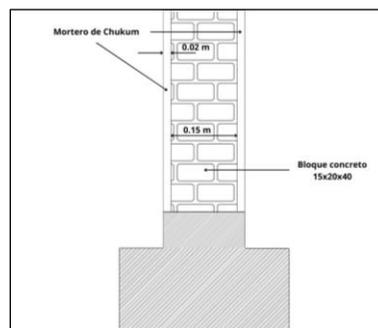


Figura 2. Sistema de muro.

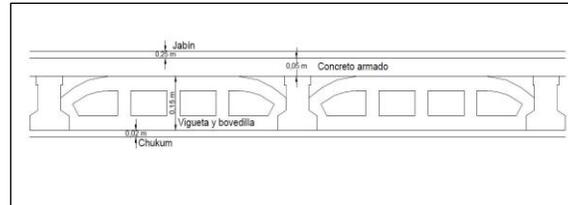


Figura 3. Sistema de techo.

En la Figura 4 se muestra un diagrama con la metodología general para el cálculo de la resistencia térmica total de los sistemas. Se consideraron todos los componentes de la envolvente como paredes planas sin generación de energía interna, por consiguiente, el flujo de calor es constante y unidimensional a través de las paredes en estado estable, por lo que a partir de la Ley de Fourier se obtuvo el flujo de calor y se derivó la ecuación de resistencia térmica por conducción (3) (Incropera & DeWitt, 1999); las propiedades del fluido y los criterios de estos autores se utilizaron también para obtener los coeficientes de convección y radiación  $h_c$  y  $h_r$ , respectivamente.

De manera análoga, mediante un análisis de conducción por convección y radiación, se derivaron las resistencias térmicas por convección (4) y radiación (5). Para el cálculo de  $h_c$  se emplearon las correlaciones de Churchill & Chu y McAdams para obtener el número de Nusselt, por lo que se obtuvieron valores de  $h_c = 0.5227 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  para superficies verticales, mientras que para superficies horizontales fueron de  $h_c = 4.56 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  para superficie caliente superior y  $h_c = 2.28 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  para superficie caliente inferior. Similarmente, el valor de  $h_r$  para el mortero de chukum fue de  $4.21 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

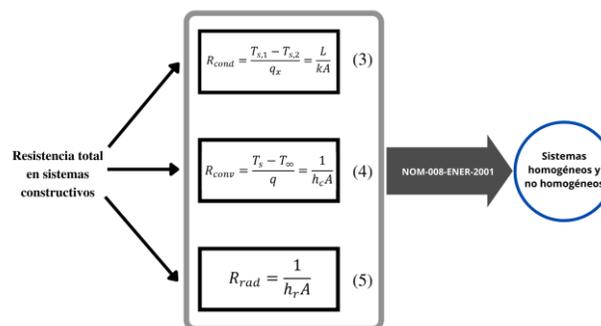


Figura 4. Metodología general para el cálculo de  $R_T$  en sistemas constructivos.

Se contempló la envolvente como un sistema teórico unidimensional de estado estable conformado por paredes compuestas, por ello se consideró la suma de las resistencias de cada material más las resistencias por convección y radiación, siendo los muros verticales sistemas de capas homogéneas, mientras que el techo se consideró como un sistema de capas homogéneas y no homogéneas. El cálculo analítico se basó en la NOM-008-ENER-2001 mediante las ecuaciones (6) y (7).

$$R_T = \frac{1}{hi} + \frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_n}{k_n} + \frac{1}{he} \quad (6)$$

Donde:

- $hi$  : conductancia superficial interior, debido a convección y radiación [ $\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ]
- $he$  : conductancia superficial exterior, debido a convección y radiación [ $\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ]
- $L$  : espesor de la capa del material [m]
- $k$  : conductividad térmica del material [ $\text{W/m }^\circ\text{C}$ ]
- $n$  : número de capas que conforman la porción de la envolvente

$$R_T = \frac{1}{\frac{F_1}{R_p + (g/k_1)} + \frac{F_2}{R_p + (g/k_2)} + \frac{F_m}{R_p + (g/k_m)}} \quad (7)$$

Donde:

$m$  : número de materiales que conforman la parte no homogénea de la porción de la envolvente

$g$  : grueso de la capa no homogénea [m]

$F$  : fracción del área total de la porción de la envolvente, ocupada por cada material en la capa no homogénea

$k$  : conductividad térmica del material que forma la capa no homogénea de la porción de la envolvente [W/m °C]

$R_p$  : resistencia térmica total de la porción homogénea, calculada de acuerdo con (6) [m<sup>2</sup> °C/W]

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

Los resultados de las corridas para la conductividad térmica del material se observan en el Cuadro 2. Se obtuvo la mediana de las cuatro mediciones y se le aplicó un factor de seguridad de 0.9, por lo que el valor neto fue de  $k_{Chukum} = 0.623$  W/m °C.

Corrida	I [A]	V [V]	Q <sub>punto</sub> [W]	ΔT1+ΔT2	T. ambiente prom. [°C]	k [W/m °C]
1	0.19	20.26	3.85	7.88	26.50	0.661
2	0.25	25.39	6.35	12.25	26.95	0.701
3	0.30	30.56	9.17	17.90	26.45	0.693
4	0.35	35.53	12.43	24.33	26.50	0.691
		Promedio	7.95	15.59	Mediana	0.692

Cuadro 2. Resultados de las mediciones de conductividad térmica  $k$  del Chukum.

La incertidumbre de las cuatro corridas del experimento fue el que se muestra en el Cuadro 3, por lo que la incertidumbre promedio para la conductividad  $k$  del Chukum fue de 1.118%, valor aceptable de acuerdo con la metodología propuesta.

Corrida	k <sub>nom</sub>	W <sub>R</sub> [W/m °C]	W <sub>R</sub> [%]
1	0.661	0.740	1.118
2	0.701	0.784	1.118
3	0.693	0.775	1.118
4	0.691	0.774	1.118

Cuadro 3. Incertidumbre de las corridas de la experimentación de conductividad térmica.

La resistencia total de los sistemas de muros fue de  $R_T = 2.274$  m<sup>2</sup> °C/W, mientras que para los sistemas de techo con madera y calcreto fueron de  $R_T = 1.190$  m<sup>2</sup> °C/W y  $R_T = 1.069$  m<sup>2</sup> °C/W, respectivamente. La comparación de las  $R_T$  se observan respectivamente en las Figuras 5 y 6, para sistemas de muro y techo.

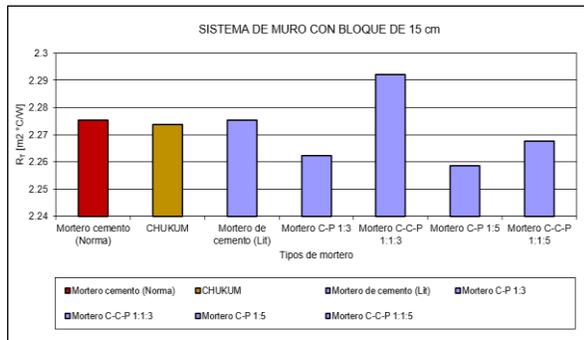


Figura 5. Gráfica comparativa de  $R_T$  en sistema de muro.

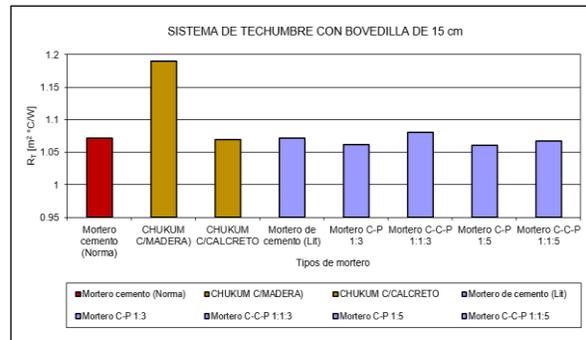


Figura 6. Gráfica comparativa de  $R_T$  en sistema de techo.

### Discusión

En los sistemas de muros, la  $R_T$  del mortero de Chukum resultó un 0.07% menor que el valor del mortero de la norma, mientras que con respecto al mortero C-C-P 1:1:3 (mayor  $R_T$  de la región) resultó un 0.8% menor. En los sistemas de techo, la  $R_T$  del mortero con madera resultó un 11.04% mayor que el valor del mortero de la norma, mientras que el mortero con calcreto resultó un 0.28% menor. Por otra parte, con respecto al mortero C-C-P 1:1:3, la  $R_T$  del mortero con madera resultó un 10.16% mayor, mientras que el mortero con calcreto resultó un 0.07% menor.

### Conclusiones

El Chukum es un material competente como mortero en los sistemas constructivos pues su valor de resistencia térmica total muestra porcentajes muy pequeños por debajo de los aceptados en la norma y de uso local para sistemas de muros, mientras que, en sistemas de techos, este material es el más adecuado para actuar como aislante térmico en conjunto con maderas típicas de la región.

### Recomendaciones

Las investigaciones futuras sobre el Chukum pueden enfocarse a la obtención de otras de sus propiedades térmicas bajo distintas metodologías, ya sea experimentales, analíticas o de simulación. Realizar mediciones para un caso de estudio con el material aplicado se sugiere como una metodología para la comprobación del material como aislante y su uso para confort térmico en edificaciones.

### Referencias bibliográficas

- ASTM C177-19. Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus, 23 (2019). <https://doi.org/10.1520/C0177-19>
- ASTM C518-21. Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus, 16 (2021). <https://doi.org/10.1520/C0518-21>
- Bojórquez, I., Castillo, S., Flores, F., & Hernández, J. (2010). Criterio para el diseño térmico de techumbres en climas cálido-húmedos a partir de materiales locales. *Palapa*, v, 27–38. <https://doi.org/1870-7483>
- Borbón, A. C., Kaplan, M., Burgos, D., & Ramírez, M. (2017). Estudio termofísico de morteros aligerados con perlita preexpandida. *XLI Semana Nacional de Energía Solar 2017*.
- CONUEE. (2001). *Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales*. NOM-008-ENER-2001. <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-edificaciones/>
- Fuentes-Porto, A., & Otero-Corral, A. (2010). La Técnica Pictórica De Los Mayas Al Servicio De La Restauración De Estucos Y Pintura Mural En México, Calakmul: Un Ejemplo De Restauración Ecológica. *XII REUNIÓN TÉCNICA. Vers Una Conservació-Restauració Sostenible: Reptes i Projectes*, 1–9.
- Holman, J. P. (1988). *Métodos experimentales para ingenieros*. McGraw-Hill Education.
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor* (4th ed.). Prentice Hall Hispanoamericana.
- Peraza, M. (2014). La modernización temprana en Mérida, Yucatán. Una nueva dualidad urbana. In Facultad de Arquitectura UNAM (Ed.), *Academia XXII* (1st ed., Vols. 59–73). <https://doi.org/2007-252X>
- Román Kalisch, M. A. (2012). La constructibilidad de la arquitectura habitacional de la segunda modernidad en Mérida, Yucatán, México. *Pre-Til*, 26, 75–96. <https://doi.org/1692-6900>
- Vázquez de Agredos, M., & Horcajada, P. (2017). *La doble piel de la arquitectura Maya: el estuco y el color*. 198. <https://doi.org/10.13128/RA-20528>

### Notas biográficas

**Ing. Luis Mauricio García Noverola.** Ing. en Sistemas de Energía por la Universidad Autónoma de Quintana Roo (2019). Actualmente estudia una M.C. en Mecatrónica en la Universidad Autónoma de Querétaro, en San Juan del Río, Querétaro. Durante sus estudios participó en congresos científicos como ExpoCiencias Nacional. Al presente, mantiene su interés profesional en el ámbito de las energías renovables, desarrollo tecnológico e industria 4.0.

**Dr. Inocente Bojórquez Báez.** Ing. Civil, egresado de la ESIA del IPN. Doctor en Ciencias Técnicas por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de La Habana. Autor -bajo criterios bioclimáticos, sustentables y de bajo impacto ambiental- de más de 50 obras de edificación. Profesor – Investigador en la UQROO de 1996 a 2017 (actualmente jubilado). Miembro del cuerpo asesor de la Secretaría de Relaciones Exteriores del Programa “Fortalecimiento de la Oferta de Cooperación Técnica y Científica entre Belice y México”. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Quintana Roo. Miembro del Consejo Consultivo del COQCYT. Miembro de la Red Nacional de Arquitectura Bioclimática. Miembro de la Red de Energías Renovables de la Península de Yucatán. Miembro de la Red Latinoamericana de Desarrollo Sustentable. Miembro de la Asociación Nacional de Energía Solar. Socio fundador del Consejo Nacional de Universitarios. Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2009.

**Dr. Luis Alberto Morales Hernández.** Doctorado en ingeniería en la Universidad Autónoma de Querétaro (2009), Maestría en instrumentación y control Automático por la misma universidad (2005). Ha publicado y presentado más de 30 artículos científicos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de doctorado, maestría y licenciatura, en las áreas de Mecatrónica, visión artificial y procesamiento de imágenes. Perteneció al Sistema nacional de investigadores del Conacyt, Nivel 1, así como, tiene la distinción de profesor con perfil deseable por la SEP, es miembro del Cuerpo Académico de Mecatrónica. Ha realizado desarrollos tecnológicos por más de 7 años con empresas nacionales y obtenido la protección intelectual de los inventos. Además de tener experiencia de 9 años en proyectos de investigación financiados por el Gobierno del estado, Conacyt, UAQ y la SEP. Actualmente es profesor investigador de la Facultad de ingeniería de la UAQ, coordinador de Facultad de Ingeniería campus San Juan del Río.

# Caracterización Molecular de Esferoides Tumoraes de Células HeLa Cultivados en Hidrogel de PVA mediante la Tecnología 3D Petri Dish Microtissues

QFB. Urania Kaynichte Garduño Barahona<sup>1</sup>, Dr. Moisés Martínez Velázquez<sup>2</sup>,  
Dra. Zaira Yunuen García Carvajal<sup>3</sup>, Dr. Rodolfo Hernández Gutiérrez<sup>4</sup> y Dr. Abel Gutiérrez Ortega<sup>5</sup>

**Resumen**— Los esferoides tumorales son un tipo de cultivo celular que recrea las características microambientales, moleculares, histomorfológicas y funcionales de los microtumores. El objetivo de este estudio fue la caracterización de esferoides tumorales de células HeLa mediante marcadores moleculares de cada región tumoral para proporcionar evidencia que pueda soportar su uso como modelo funcional de un tumor in vivo para estudios posteriores. Se cultivaron esferoides tumorales de la línea celular HeLa en hidrogeles micromoldeados de PVA mediante la tecnología 3D Petri Dish Microtissues® y se evaluó la expresión diferencial de los genes EPCAM, CDH1, MKI67, CDKN1B y HIF1A como marcadores moleculares de esferoides tumorales de diferentes tamaños de diámetro con respecto al cultivo celular monocapa. Se presentaron diferentes niveles de expresión para cada gen evaluado en cada cultivo, lo cual sugiere la utilidad de validar la expresión de algunos de estos marcadores como posible parámetro para verificar la funcionalidad del modelo.

**Palabras clave**—esferoides tumorales, PVA, marcadores moleculares

## Introducción

La elección de métodos de cultivo celular más apropiados en el área de la investigación del cáncer puede permitir una mejor comprensión de la biología tumoral y, por lo tanto, optimizar la terapia existente, o incluso encontrar estrategias alternativas.

El estudio del microambiente tumoral requiere de modelos que simulen los aspectos físicos y bioquímicos de la masa de un tumor sólido, en los últimos años han emergido herramientas como los cultivos celulares tridimensionales. Estos cultivos recrean la arquitectura característica tridimensional del tejido en cultivo permitiendo investigar la fisiopatología del cáncer. Uno de los modelos de cultivo tridimensional más ampliamente utilizados son los esferoides tumorales, los cuales tienen una simetría esférica bien organizada de características morfológicas y fisiológicas que se asemejan a sitios de tumor avascular y/o regiones micrometastásicas in vivo y, por lo tanto, son un modelo muy útil en biología tumoral.

Los esferoides tumorales muestran una fase temprana de proliferación celular exponencial seguida de un crecimiento celular disminuido y un aumento en el número de células inactivas. Así, aparecen tres áreas distintas cuando los esferoides tumorales alcanzan los 250 nm de diámetro, es decir, una zona exterior de células en proliferación, una zona intermedia de células inactivas y un centro necrótico / apoptótico. Se han explorado una gran variedad de técnicas para promover la formación de esferoides celulares de tamaño uniforme, como por ejemplo el uso de superficies microtexturizadas, la técnica de gota colgante, micropatrones químicos, polímeros termorresistentes, encapsulación celular en hidrogeles o el uso de biorreactores rotativos, entre otras.

El cultivo de esferoides tumorales en hidrogel de PVA es una técnica que presenta muchas ventajas con respecto a las demás, debido a que permite la formación de un gran número de esferoides de tamaño uniforme, de manera simultánea y en corto tiempo. Mediante este método, las células se asientan en pequeños huecos

<sup>1</sup> Urania Kaynichte Garduño Barahona es estudiante de la Maestría en Ciencias en Innovación Biotecnológica en la opción terminal Médica Farmacéutica del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara, Jalisco, México. [urgarduno\\_al@ciatej.edu.mx](mailto:urgarduno_al@ciatej.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Moisés Martínez Velázquez es investigador adscrito a la Unidad de Biotecnología Médica Farmacéutica del, Guadalajara Jalisco, México. [mmartinez@ciatej.mx](mailto:mmartinez@ciatej.mx).

<sup>3</sup> La Dra. Zaira Yunuen García Carvajal es investigadora adscrita a la Unidad de Biotecnología Médica Farmacéutica del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara Jalisco, México. [zgarcia@ciatej.mx](mailto:zgarcia@ciatej.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Rodolfo Hernández Gutiérrez es investigador adscrito a la Unidad de Biotecnología Médica Farmacéutica del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara Jalisco, México. [rhgutierrez@ciatej.mx](mailto:rhgutierrez@ciatej.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Abel Gutiérrez Ortega es investigador adscrito a la Unidad de Biotecnología Médica Farmacéutica del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Guadalajara Jalisco, México. [aortega@ciatej.mx](mailto:aortega@ciatej.mx)

micromoldeados en un gel no adhesivo y se agregan formando microtejidos multicelulares. El objetivo de este estudio fue la caracterización de esferoides tumorales de células HeLa cultivados en hidrogel de PVA utilizando la tecnología 3D Petri Dish Microtissues mediante la evaluación de marcadores moleculares de cada región tumoral para proporcionar evidencia que pueda avalar su uso como modelo funcional de un tumor in vivo para estudios posteriores.

### Descripción del Método

#### 1. Cultivo celular monocapa

Se cultivaron células de la línea tumoral HeLa bajo la siguiente técnica:

- Se descripreservaron las células contenidas en un criovial y se sembraron en frascos de cultivo en medio DMEM suplementado con 10% de suero fetal bovino y 1% de antibiótico PSN
- Se incubaron a 37 °C / 5 % CO<sub>2</sub> y se subcultivaron hasta confluencia

#### 2. Preparación y fabricación de hidrogeles de PVA

Se preparó una solución de PVA al 15 % disolviendo 15 g de PVA 89 kDa en 100 mL de agua destilada en plancha de calentamiento a 80°C con agitador magnético por 4 horas. Posteriormente se vertieron 500 µL de esta solución a 3 micromoldes 3D Petri dish microtissues topografía 12-81 y se realizó la técnica de entrecruzamiento físico almacenando los micromoldes en ultracongelación a -80°C por 24 horas y en descongelación entre 25-30°C por otras 24 horas.

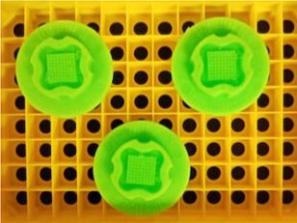
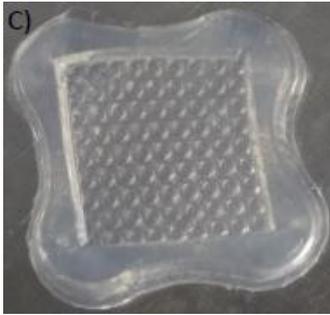
			
Micromolde 3D Petri Dish microtissues Topografía 12-81	500 µL PVA al 15% Congelación -80°C 24 horas	Descongelación TA (25 – 30°C) 24 horas	Hidrogel PVA microestructurado

Fig 1. Fabricación de hidrogeles microestructurados de PVA

#### 3. Cultivo celular tridimensional

Una vez obtenidos los hidrogeles se procedió a extraerlos del micromolde con pinzas metálicas estériles en campana de flujo laminar y colocarlos en una placa de 12 pozos en 3 diferentes pozos. Se le realizaron 3 lavados con 200 µL de buffer de fosfatos (PBS) y se dejaron en exposición a luz ultravioleta por una hora para su esterilización. Transcurrido el tiempo, se procedió a colocarles 1 mL de medio DMEM suplementado con 10% de suero fetal bovino y 1% de antibiótico PSN y se incubaron por una hora a 37°C / 5 % CO<sub>2</sub>. Paralelamente, se tripsinizó el cultivo monocapa de la línea celular HeLa, se centrifugó y se resuspendió en un tubo cónico de 15 mL, se tomó un volumen de 10 µL de la suspensión celular y se mezclaron con 10 µL de azul de tripano para realizar el conteo celular en cámara de Neubauer. Se realizaron 3 suspensiones celulares de diferente cantidad de células, las cuales fueron sembradas en los 3 hidrogeles a los cuales se les retiró el medio de cultivo colocado previamente. Posteriormente se almacenaron

en incubación a 37°C / 5% CO<sub>2</sub> por 3 horas, después se les colocó 1 mL de medio DMEM fuera del hidrogel en la periferia del pozo y se dejaron incubando nuevamente a las mismas condiciones por 72 horas.

Muestra	Cantidad de células sembradas	Tamaño esferoide (diámetro)
Pozo A2	250,000	450 μm
Pozo B2	500,000	650 μm
Pozo C4	800,000	750 μm

Tabla 1. Formación de esferoides por cantidad de células sembradas

#### 4. Medición de esferoides

Después de 72 horas de incubación, se procedió a revisar los hidrogeles para verificar la formación de los esferoides tumorales mediante observación directa con microscopio invertido y se realizaron las mediciones de los esferoides formados en los 3 hidrogeles utilizando una cámara infinity 3 con el software infinity analyze.

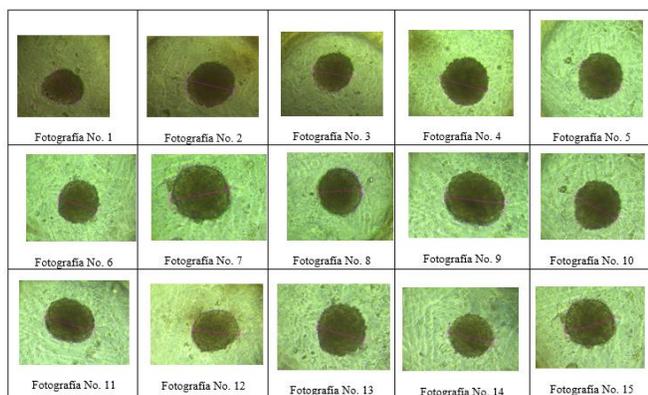


Fig. 2. Medición de Esferoides 450 μm

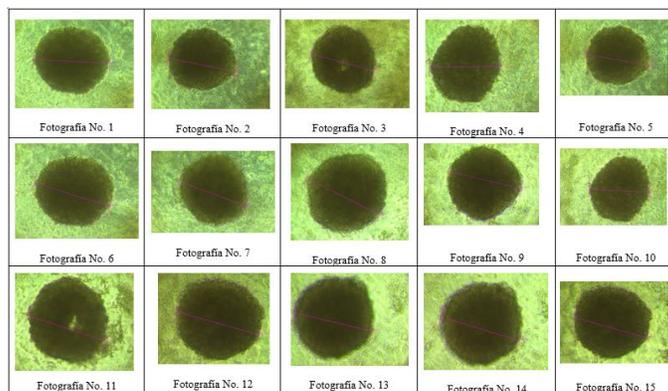


Fig. 3 Medición de esferoides 650 μm

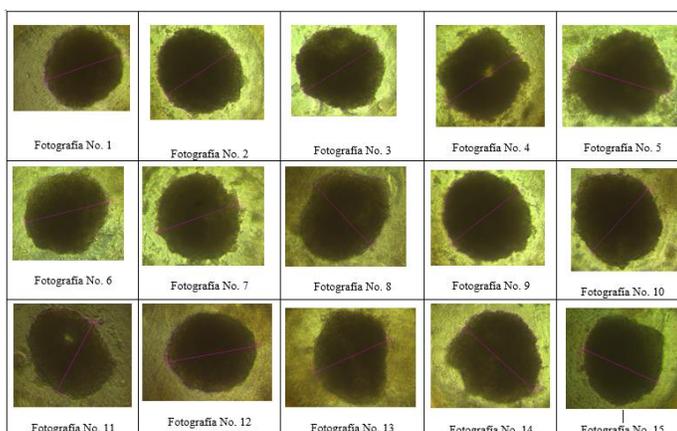


Fig. 4 Medición de esferoides 750 μm

#### 5. Extracción de ARN total

Se procedió a realizar la extracción de los esferoides formados de cada uno de los hidrogeles. En campana de flujo laminar se colocó 1 mL de medio de cultivo en otros 3 pozos de la placa, con pinzas estériles se tomaron los hidrogeles colocándolos de manera invertida en los pozos con nuevo medio de cultivo y se centrifugaron a 1000 rpm por 15 minutos. Una vez suspendidos los esferoides en los pozos de la placa, se extrajeron y se colocaron en tubos eppendorf

de 1.5 mL independientes, se centrifugaron y se desechó el sobrenadante. Enseguida se procedió a realizar la extracción de ARN total con el reactivo Trizol Invitrogen No. Cat.15596026 conforme a las instrucciones del fabricante, se evaluó la concentración obtenida para cada muestra mediante espectrofotometría en equipo Nano Drop y se almacenaron en ultra congelación a  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Muestra	Concentración (ng/ $\mu\text{L}$ )	260/280
Esferoides 450 $\mu\text{m}$	13.2	1.81
Esferoides 650 $\mu\text{m}$	50	1.77
Esferoides 750 $\mu\text{m}$	81.6	1.76

Tabla 2. Concentración de ARN total de esferoides

#### 6. Evaluación de la expresión de marcadores moleculares PCR punto final

Se seleccionaron 5 genes de interés representativos de cada región tumoral EPCAM, CDH1, MKI67, CDKN1B y HIF1A así como 2 genes control GAPDH y ACTB para evaluar su expresión mediante la técnica de PCR punto final y se diseñaron los oligonucleótidos correspondientes, los cuales se describen en la tabla 3. Se sintetizó el cDNA de cada muestra utilizando el Transcriptor First Strand cDNA Synthesis Kit Roche No. Cat. 04897030001, a las condiciones indicadas por el fabricante y posteriormente se prepararon las reacciones PCR punto final para la evaluación de la muestra de cultivo monocapa y de las muestras de esferoides de los 3 tamaños; se corrieron en gels de agarosa al 1.5% y se realizó la lectura de los mismos en fotodocumentador.

Gen	Producto	Tipo de marcador
ACTB	Beta-actina	Control
GAPDH	D-gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa	Control
CDH1	Cadherina 1	Marcador de adhesión celular
EPCAM	Molécula epitelial de adhesión celular	Marcador de adhesión celular
MKI67	Marcador de proliferación KI67	Región tumoral proliferativa
CDKN1B	Inhibidor 1B de quinasa dependiente de ciclina	Región tumoral quiescencia
HIF1A	Factor 1 inducible por hipoxia subunidad alfa	Región tumoral necrótica

Tabla 3. Genes seleccionados como marcadores moleculares para la evaluación del modelo tumoral

Gen	Primer F (5'-3')	Primer R (5'-3')	Longitud F/R	Tamaño del producto (pb)
ACTB	CTATCCCTGTACGCCTCTGG	CGTACAGGTCTTTGCGGATG	20/20	466
GAPDH	CAAGGTCATCCATGACAACCTTTG	GTCCACCACCCTGTTGCTGTAG	23/22	496
MKI67	GATTCCTCCCCATTCACCCA	GCCTCACACCTCCAAAGTG	20/20	410
CDKN1B	AGTTAACCCGGGACTTGGAG	GTTTGACGTCTTCTGAGGCC	20/20	475
HIF1A	TTACAGCAGCCAGACGATCA	GTGCAGTATTGTAGCCAGGC	20/20	379
CDH1	TGAAGAAGGAGGCGGAGAAG	CGTACATGTCAGCCAGCTTC	20/20	362
EPCAM	CTGGCCGTAACCTGCTTTGT	CGCGTTGTGATCTCCTTCTG	20/20	419

Tabla 4. Oligonucleótidos diseñados para la evaluación del modelo por PCR punto final

Etapa	Temperatura (°C)	Tiempo
Transcripción reversa	50	1 hora
Inactivación	85	5 min

Tabla 5. Condiciones de termociclado para la síntesis de cDNA

Etapa	Temperatura (°C)	Tiempo	Ciclos
Desnaturalización inicial	95	3 min	1
Desnaturalización	95	30 seg	35
Alineamiento	56	30 seg	
Extensión	72	30 seg	
Extensión final	72	10 min	1
Inactivación de la enzima	4	infinito	-

Tabla 6. Condiciones de termociclado PCR punto final

## Resultados

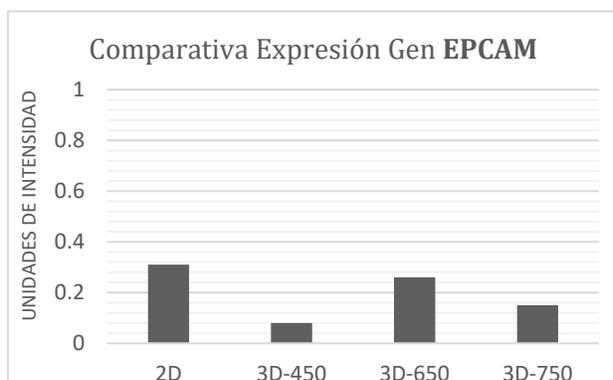


Fig. 5. Expresión comparativa gen EPCAM, marcador de adhesión celular

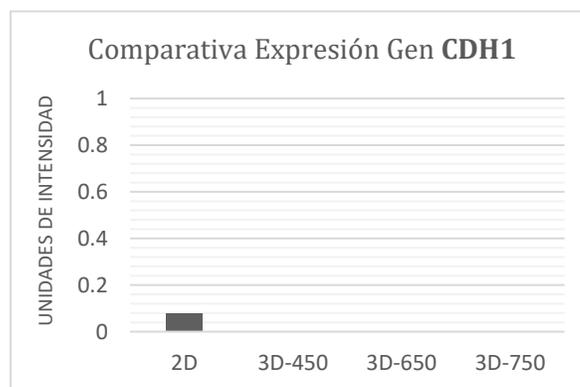


Fig. 6. Expresión comparativa gen CDH1, marcador de adhesión celular

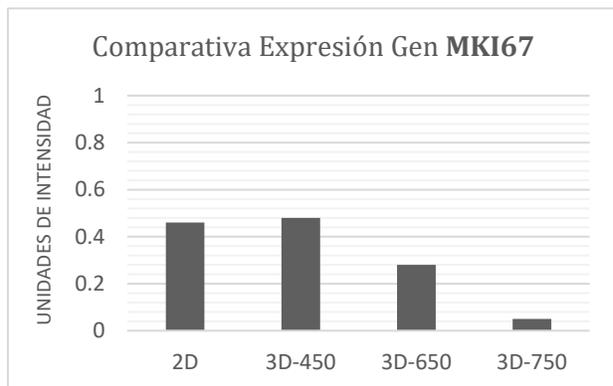


Fig. 7. Expresión comparativa gen MKI67, marcador de proliferación celular

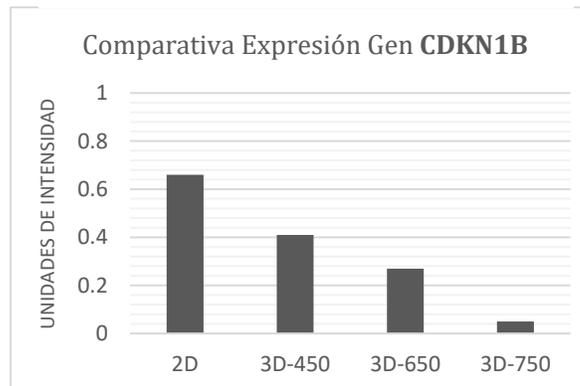


Fig. 8. Expresión comparativa gen CDKN1B, marcador de quiescencia

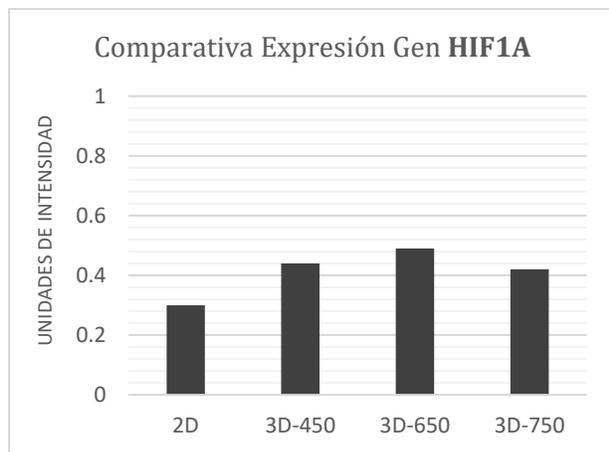


Fig. 9. Expresión comparativa gen HIF1A, marcador de hipoxia

El gen EPCAM correspondiente a uno de los marcadores moleculares de adhesión celular se expresa en mayor nivel en el cultivo monocapa, sin embargo en el esferoide del tamaño intermedio también se expresa en un nivel similar. El gen CDH1 correspondiente a otro de los marcadores moleculares de adhesión celular sólo se expresa en el cultivo monocapa. El gen MKI67 utilizado como posible marcador de proliferación celular presenta un comportamiento de ligero incremento en el nivel de expresión del esferoide de menor tamaño y en los demás tamaños se presenta una marcada disminución de la expresión, mientras que el gen CDKN1B, marcador molecular de quiescencia, muestra una clara tendencia al decremento inversamente proporcional al tamaño del esferoide. Por último, el gen HIF1A, marcador molecular de hipoxia llega a su máximo nivel de expresión en el esferoide de tamaño intermedio, después de lo cual decae el nivel de expresión en el esferoide de mayor tamaño.

### Conclusiones

Con base en los resultados se concluye que debido a la variabilidad en la expresión de los distintos marcadores moleculares en los diferentes cultivos podría validarse la expresión de los genes CDH1, MKI67, CDKN1B y HIF1A como posible parámetro para verificar una mayor funcionalidad del modelo tridimensional debido a los notorios cambios que presentan en su expresión entre los diferentes cultivos evaluados y comparados.

### Recomendaciones

Las perspectivas del trabajo de investigación apuntan hacia una evaluación del material PVA como inductor de una posible vía de señalización para la proliferación celular así como una evaluación de los niveles de expresión de estos marcadores moleculares en esferoides tumorales de distintas líneas celulares.

### Referencias

- Alessandri, K., Sarangi, B. R., Gurchenkov, V. V., Sinha, B., Kießling, T. R., Fetler, L., Nassoy, P. (2013). Cellular capsules as a tool for multicellular spheroid production and for investigating the mechanics of tumor progression in vitro. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(37), 14843–14848. <https://doi.org/10.1073/pnas.1309482110>
- Giverso, C., & Preziosi, L. (2019). Influence of the mechanical properties of the necrotic core on the growth and remodelling of tumour spheroids. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 108, 20–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2018.10.005>
- Leary, E., Curran, S., Susienka, M., Manning, K. L., Blakely, A. M., & Morgan, J. R. (2017). Micro-moulded non-adhesive hydrogels to form multicellular microtissues - the 3D Petri Dish®. *Technology Platforms for 3D Cell Culture*, 97–122. <https://doi.org/10.1002/9781118851647.ch5>

### Agradecimientos

Agradecemos enormemente la colaboración en el uso del espacio del laboratorio del Sistema Nacional de Evaluación Toxicológica de Nanomateriales (SINANOTOX), a cargo de la Dra. Zaira Yunuen García Carvajal, ubicado en el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), así como al financiamiento otorgado por medio del proyecto FORDECYT-PRONACES/568483/2020 y FORDECYT-PRONACES/102963/2020 del Dr. Rodolfo Hernández Gutiérrez

## Estrategia de Integración Económica para la Sustentabilidad del Programa Sembrando Vida

Dra. Laura Elena Garza Bueno<sup>1</sup>, Dr. Antonio Mauricio Gómez<sup>2</sup>, M.T. Lourdes Gómez García<sup>3</sup>

**Resumen**—El Programa Sembrando Vida nace en 2019, para apoyar a hombres y mujeres que viven en situación de pobreza, así como mejorar el medio ambiente, mediante el incremento de la producción forestal y alimentaria, proporcionando asistencia y acompañamiento técnico y social en su actividad productiva que les permita participar en la cadena de valor, mediante un apoyo mensual de \$5,000.00, -\$500.00 destinados al ahorro-, además de productos en especie necesarios para su actividad y capacitación técnica. Dadas las bondades del Programa, es necesario seguir apoyando económicamente en busca de la sustentabilidad. Por ello se ha propuesto una estrategia de asociatividad e integración económica para la conformación de cadenas de valor que den salida a sus productos a través de sus propias empresas. La Estrategia propuesta está fundamentada en sustentabilidad ambiental, económica y social.

**Palabras clave**—Sembrando Vida, asociatividad, integración económica, sustentabilidad

### Introducción

Es un hecho ampliamente reconocido que el medio rural se ve afectado por una serie de problemas como desigualdad, falta de ingresos y baja productividad, los cuales se presentan a pesar del potencial agroalimentario de esas zonas y que, lamentablemente, se ven agudizados por un importante proceso de deforestación y sobreexplotación de sus recursos. Fenómeno este último que ha causado la degradación de los suelos y la modificación negativa de sus microclimas, afectando el potencial productivo que poseen y generando insuficiencias alimentarias en la propia comunidad, empeorando así las condiciones socioeconómicas de las y los pobladores, quienes se han visto forzados a abandonar sus lugares de origen en busca de empleos en las ciudades o incluso en otros países.

El diagnóstico la problemática (DOF, 2019), aunado al reconocimiento de que las zonas rurales de México representan un sector estratégico para el desarrollo del campo, que tiene la capacidad de incrementar su productividad, bajo un enfoque de sustentabilidad y con una visión de desarrollo regional a largo plazo, que contribuya a reducir la condición de vulnerabilidad en la que se encuentran las personas que allí habitan derivó en una serie de acciones gubernamentales entre las que destaca un programa en particular: el denominado Programa Sembrando Vida (PSV).

Es así que se origina, en 2019, el Programa Sembrando Vida, cuyo objetivo prioritario es el de contribuir al bienestar e igualdad social y de género, mediante ingresos suficientes dirigidos a sujetos agrarios en localidades rurales en las regiones de más alta biodiversidad del país, que obtienen ingresos inferiores a la línea del bienestar rural fijada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), incentivando el establecimiento de sistemas productivos agroforestales, mediante la combinación de los cultivos tradicionales con árboles frutícolas y maderables. Lo que redundará en la generación de empleos, la autosuficiencia alimentaria, mejores ingresos para las y los pobladores, al mismo tiempo que se recupera la cobertura forestal de un millón de hectáreas en el país.

Si bien es un hecho que los importantes recursos dirigidos a través del programa<sup>4</sup> están propiciando mejores ingresos para los beneficiarios del mismo y que, con el apoyo de la asistencia técnica que este brinda se están logrando incrementos a la productividad y propiciando la reforestación es necesario pensar en la continuidad de sus beneficios en materia económica en virtud de que la sustentabilidad social y ambiental pueden verse severamente afectadas por la caída de los ingresos de las familias beneficiarias.

En este sentido es que la **Estrategia de Integración Económica para la Sustentabilidad Económica del Programa Sembrando Vida** que aquí se plantea busca el fortalecimiento de la economía de los sujetos beneficiarios con una visión de largo plazo, a partir del diseño y posterior creación de empresas mediante las cuales los Sembradores (como los denomina el PSV) se apropien de un mayor porcentaje de la riqueza generada a lo largo de la cadena productiva. Se trata, por tanto, de fortalecer procesos de asociación e integración económica que combatan la

<sup>1</sup> Dra. Laura Elena Garza Bueno, Profesora Investigadora Titular del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. [garzal@colpos.mx](mailto:garzal@colpos.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Antonio Mauricio Gómez, es consultor e investigador en temas del medio rural. [mau368@gmail.com](mailto:mau368@gmail.com)

<sup>3</sup> La M.T. Lourdes Gómez García es consultora e investigadora en aspectos relativos al medio rural, quien es la persona encargada de recibir y atender la correspondencia. [alulgg@yahoo.com.mx](mailto:alulgg@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> 29,685.2 millones de pesos, según el DOF del 29-11-2021

distorsión estructural de las cadenas productivas consistente en que menos de 10% de la riqueza generada en la cadena productiva es retenida por la producción primaria, en la cual participa más del 98% de las unidades de producción rural, mientras que, el restante 90% de la riqueza es absorbido por tan sólo el 2% de las unidades de producción que controlan los demás eslabones que conforman la cadena de valor (Censo Agrícola, 2007).

### **Descripción del Método**

El método de análisis se basó, en una primera etapa, en un análisis de gabinete que, a partir de criterios de rigor metodológico se enfocó en identificar la congruencia entre la problemática descrita por el diagnóstico del que deriva el PSV, la estrategia que se propone para resolverla y, por supuesto, los resultados esperados. En esta primera etapa el trabajo se realizó con base en las Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, así como a través de la revisión y lectura de la documentación existente sobre el Programa incluyendo las evaluaciones de diseño hechas por diferentes organismos. Y, en una segunda etapa, se optó por el método cualitativo, mediante el diálogo con diversos actores involucrados con el programa lo que permitió identificar opiniones y preocupaciones.

### **Importancia del Programa Sembrando Vida**

La importancia del PSV se puede observar de manera adicional al monto presupuestal que tiene asignado (anteriormente mencionado) en la cobertura del mismo. En sus inicios, en el Programa se establecieron 19 Estados: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. Sin embargo, al año siguiente, 2020, se incorporó al Estado de Nayarit, por lo que actualmente se tiene presencia en 20 Estados, mismos que están agrupados en cinco Regiones, de la siguiente manera:

- i. Región Veracruz-Huastecas: Acayucan, Papantla, Córdoba, Tantoyuca, Hidalgo, Tamaulipas y San Luis Potosí.
- ii. Región Oaxaca-Chiapas: Palenque, Ocosingo, Pichucalco, Tapachula, Oaxaca-Istmo y Mixteca-Sierra Norte.
- iii. Región Tabasco-Península: Comalcalco, Teapa, Balancán, Xpujil y Othón P. Blanco.
- iv. Región Altiplano-Pacífico: Sinaloa, Colima, Chihuahua, Nayarit. Guerrero y Durango.
- v. Región Centro: Puebla, Tlaxcala, Morelos y Michoacán.

Otro aspecto a destacar del PSV es la visión integral de su finalidad, ya que para alcanzar su principal objetivo el PSV propone diferentes estrategias que contemplan además de los aspectos productivos y económicos, aquellos que tienen que ver con la reconstrucción del tejido social y el cuidado del medio ambiente. No obstante, el presente trabajo se enfoca en los primeros en la medida en que la situación económica de los sembradores es fundamental para la atención de los segundos.

Los apoyos relacionados con la productividad son plantas, insumos, herramientas, vivero comunitario, biofábricas de insumos, acompañamiento técnico y formación permanente. En lo que se refiere al apoyo económico directo éste consiste en otorgar a los Sembradores un apoyo de \$5,000.00 mensuales. En suma, los sembradores cuentan con una serie de apoyos que les están permitiendo incrementar su producción y su productividad y mejorar su bienestar como resultado de las mejoras en sus cultivos y en su ingreso. No obstante, habría que complementar dichos beneficios contribuyendo a la identificación de los mejores mercados de destino de los cultivos que se están impulsando y las estrategias que permitan transformar la cadena productiva en una cadena de valor que propicie que los sembradores generen mayor valor y retengan más riqueza. Dicho de otra manera, se trata de asegurar que los beneficios del programa no queden en manos del intermediarismo abusivo ni provoquen una caída en los precios por el aumento de la oferta. Es en este sentido que se propone una estrategia de integración económica cuyo fin es dar salida a los productos en las mejores condiciones para que los productores mantengan un ingreso similar al que hoy perciben proveniente del erario público, lo que aseguraría la prolongación de su actividad y el bienestar de su familia.

### **La propuesta de una estrategia de integración económica<sup>5</sup>**

La estrategia que se propone está basada en la necesidad de resolver una distorsión estructural de las cadenas productivas, misma que emana de un diagnóstico que, a su vez, se sintetiza en los siguientes elementos:

---

<sup>5</sup> La estrategia de integración económica es resultado del trabajo que, a lo largo de varios años, ha desarrollado un equipo de colaboradores abocados a promover el desarrollo rural desde diversas instituciones. La colaboración de todo el equipo ha permitido fundamentar la estrategia, el método para su operacionalización y el rescate de experiencias de su instrumentación. Señalar la lista de todos quienes han participado resulta casi imposible, pero es importante destacar los aportes de Eduardo Malagón Mosqueda, Eduardo J. Ibarra Thennet y José Ángel Domínguez Vizcarra, entre otros.

-Por un lado, se tiene que menos de 10% de la riqueza generada en la cadena productiva es retenida por la producción primaria, mientras que, el restante 90%, es absorbido por los servicios de apoyo a la producción, el beneficio y la transformación, mediante el abasto de insumos, servicios de mecanización, técnicos y financieros, así como el acopio y comercialización, almacenaje, transporte, distribución y mercadeo y el beneficio y transformación.

-Los datos anteriores muestran que, de la riqueza generada en las cadenas productivas, más de 98% de los productores rurales que participan exclusivamente en la producción primaria, retienen menos de 10% y, por tanto, en menos de 2% de las unidades de producción se queda más del 90% de esa riqueza generada en la cadena, debido a que son estas las que controlan el resto de los eslabones.

En el caso de la economía rural, la salida de mercado para la mayor parte de la producción agropecuaria lo constituyen los medianos y grandes intermediarios, y en muchas de las cadenas productivas se trata prácticamente de lo que se denomina coyotaje. Una de las características de este tipo de intermediarios consiste en que al comprar hacen muy poca diferenciación del producto y del precio consiguiente. En términos llanos podemos decir que “los intermediarios compran lo que sea, pero pagan lo que quieren”.

Asimismo, la estrategia de integración económica está fundamentada en el concepto de sustentabilidad, la cual debe entenderse, estrictamente, como sustentabilidad de la economía, porque no radica exclusivamente en los procesos productivos, sino que atañe a toda la cadena productiva, desde el consumo hasta el manejo del medio ambiente, mal llamados “recursos naturales” porque connota un antropocentrismo consumista (Malagón, 2011). Por tanto, la sustentabilidad solo puede ser ambiental, económica y social, puesto que, si se descuida alguno de estos elementos, este influirá, de manera negativa, sobre los otros dos, cancelando o condicionando la tan buscada sustentabilidad.

El problema entonces no es el objetivo o el anhelo de sustentabilidad y no basta con colocarla como objetivo, el problema radica en incidir sobre los aspectos económicos que condicionan y determinan la sustentabilidad. En este caso, la sustentabilidad del desarrollo rural en sus vertientes de uso y manejo de recursos naturales, crecimiento económico y equidad social.

“La necesidad de realizar procesos de integración económica de las cadenas productivas por los propios productores rurales, se fundamenta en elementos sustantivos de diagnóstico de este Sector. Este diagnóstico permite identificar que una parte de los desequilibrios que inhiben el desarrollo del Sector radica en la estructura de las cadenas productivas, la cual se puede observar a partir de una agrupación de las mismas en tres eslabones principales:

- 1) La Producción primaria
- 2) Los Servicios de Apoyo a la Producción
- 3) El beneficio y la transformación” (Garza et al., 2018, p. 17)

En consecuencia, es estrictamente necesaria una estrategia que amplíe la participación de los productores de pequeña escala en los eslabones de las cadenas productivas que rompa la distorsión estructural, permitiéndoles generar y retener riqueza. Esta estrategia debe ser diseñada partiendo de entender que los eslabones de la cadena productiva constituyen funciones económicas que son realizadas por los sujetos económicos, que se llevan a cabo mediante el establecimiento de empresas, para lo cual es necesario que se tengan escalas económicas rentables, con procesos de agregación de valor, mismas que formarán parte del mercado interno.

En otras palabras, “Lo que se requiere es una organización de empresas cuya estructura permita crear condiciones para la constitución y operación de organizaciones económicas de productores agrícolas, que faciliten una eficiente dispersión del financiamiento; realizar compras consolidadas de insumos, disponibilidad y uso de maquinaria, infraestructura agrícola y asistencia técnica o de capacitación para el manejo y aplicación de conocimientos sobre el mercado. Todo con referencia al ordenamiento de la oferta en términos de volumen, calidad y oportunidad en la entrega del producto con criterios de competitividad.” (Caetano, et al., 2010, p. 17)

Con la estrategia de integración económica propuesta se busca ampliar la participación de los sembradores en las cadenas productivas (trascendiendo el eslabón de la producción primaria), beneficiando de manera directa a los sembradores y al mismo tiempo se está formando a los facilitadores y técnicos participantes en esos territorios para que estén en posibilidad de promover, diseñar y evaluar económica, financiera y socialmente Proyectos de Integración Económica (PIEC).

Por lo que respecta al concepto de Proyecto de Integración Económica, puede sintetizarse estableciendo que es la iniciativa de un grupo de productores que estén dispuestos no solo a asumir aquellos eslabones de las cadenas productivas en que participan, mediante la formulación, aprobación, gestión, establecimiento y operación de las empresas que desempeñen las funciones económicas de estos eslabones, sino que también es necesario que exista la disponibilidad de asociatividad entre ellos, para lo cual es requisito indispensable la confianza entre los integrantes de la cadena para nombrar a sus representantes, quienes se constituirán en su voz para la toma de decisiones e informarán sobre las propuestas que se tengan que someter a decisión y sobre los avances que se vayan obteniendo.

Estos proyectos se realizan gradualmente como un proceso de fortalecimiento de la producción primaria y de construcción paulatina de empresas, determinado por las condiciones de las unidades de producción. La dificultad de estos proyectos radica en que implica pasar de la acción individual en la producción primaria, a la gestión empresarial corporativa y colectiva a lo largo de la cadena productiva. La Figura 1. ilustra la estructura de un Proyecto de Integración Económica (PIEC), misma que debe de ser adecuada a las necesidades de cada cadena productiva, así como a las decisiones de los propios productores.



Figura 1. Estructura de un Proyecto de Integración Económica. Elaboración propia.

Por tanto, la integración económica de las cadenas productivas por los productores, constituye la estrategia para conseguir el propósito de la sustentabilidad (ambiental, social y económica) porque el reto consiste en que los productores accedan al mercado detallista y al consumidor final. La principal dificultad para conseguir estos propósitos, es que los productores lo comprendan, lo decidan y construyan las capacidades que necesitan para hacerlo, es por tanto una dificultad educativa.

Parece difícil, sin embargo, las experiencias en la integración económica en el caso de diversos Fondos Regionales Indígenas que decidieron transformarse en dispersores de crédito, así como de productores rurales que han ido creando y operando empresas consideradas en sus proyectos estratégicos en diferentes lugares del país, muestran que es completamente factible hacerlo, tal como se muestra en Garza, et al. (2018 y 2021), La tarea consiste en que los productores se conformen como sujetos económicos de desarrollo.

Para romper la distorsión estructural descrita es estrictamente necesario *formar a los productores* como sujetos económicos de desarrollo capaces de establecer proyectos de integración económica que les permitan ampliar su participación en los eslabones de las cadenas productivas, para generar y retener riqueza, situación que se realiza en el acto de diseñar, establecer y operar las empresas de servicios de apoyo a la producción que formen parte de sus proyectos de integración económica.

“En su dimensión social, el proyecto estratégico debe propiciar la participación de los grupos humanos en su más amplia y variada condición, lo que, consecuentemente, demanda la formación del sujeto social mediante planes de capacitación, a fin de cerrar la brecha entre lo que sabe y lo que debe saber a partir del trabajo vivo, fuente primordial de aprendizaje, de bienes y servicios en pro de las organizaciones campesinas, de sus familias y comunidades.” (Caetano, et al.,2010, p. 27)

Alcanzar la estrategia de integración económica exige un proceso de formación que permita conformar a los sembradores en sujetos económicos de desarrollo capaces de establecer un Proyecto de Integración Económica y asumir el diseño, establecimiento y operación de las empresas que lo conforman<sup>6</sup>. En este sentido, la propuesta de promoción de integración ha incorporado el enfoque Trabajo-Aprendizaje como un método probado y sustentado que asegura el aprendizaje de los productores rurales para proceder al establecimiento de las empresas rurales necesarias para apropiarse de los diversos eslabones que conforman la cadena de valor. La propuesta teórico-metodológica T-A diseñada como una forma de educación en, desde y para el trabajo, retoma las implicaciones que tienen para el aprendizaje determinadas evidencias desarrolladas desde los enfoques epistemológico, psicológico, neurofisiológico, y de la semiótica y, plantea su aplicación a manera de método. No obstante, abundar sobre dicho enfoque es algo que

<sup>6</sup> El proceso de formación del personal técnico y los beneficiarios del PSV interesados en adoptar la estrategia que aquí se propone está siendo financiado por el CONACyT en el marco de un convenio establecido con el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados bajo la conducción de académicos del Programa de Economía y la colaboración de expertos de otras instituciones.

excede los límites del presente trabajo por lo que basta con señalar el papel decisivo de la formación para alcanzar los objetivos de integración económica y la existencia de una metodología que garantice el aprendizaje.<sup>7</sup>

Para concluir cabe señalar que las Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, incluyen medidas que hacen factible establecer la estrategia de integración económica que se plantea en este documento ya que incluyen las siguientes acciones:

-Contratar y capacitar a técnicos en temas de agroindustria, economía social y solidaria, encadenamientos productivos, canales de comercialización, incubación empresarial, organizaciones asociativas productivas y demás temas que promuevan la inclusión productiva de campesinas y campesinos.

-Proporcionar asistencia y acompañamiento técnico a campesinas y campesinos en temas de agroindustria, economía social y solidaria, encadenamientos productivos, canales de comercialización, incubación empresarial, organizaciones asociativas productivas y demás temas que promuevan la inclusión productiva de campesinos.

-Promover la constitución de un mecanismo de ahorro que apoye la inclusión productiva y financiera de los campesinos.

-Proveer un apoyo económico adicional para maquinaria, equipo, herramientas, materiales, insumos; para implementar proyectos productivos agro industriales, de servicios y de comercialización, los cuales podrán ser adquiridos total o parcialmente con los recursos destinados por el Programa por sí solo o en conjunto con otros programas e instituciones públicas y privadas, conforme a los mecanismos autorizados por el Comité Técnico.

Desde el punto de vista del CONEVAL (2020) la participación de los técnicos es factor clave para incrementar la producción mediante un plan integral de capacitación y asistencia técnica. En este sentido la Estrategia en cuestión, como ya se mencionó, cubre las actividades productivas y de los servicios de mecanización, financieros, comerciales y asesoría técnica tanto productiva como social con la finalidad de proporcionar las capacidades suficientes para que los productores y sus técnicos y logren consolidar las empresas definidas por ellos y continuar con sus actividades económicas que les permitirán un mejor bienestar para ellos y sus familias, evitando de esta manera la migración de sus hijas e hijos en busca de mejores condiciones en otras zonas del país o en el exterior, lo cual es parte de los objetivos del Programa Sembrando Vida.

### Comentarios

El problema de la sustentabilidad es económico, mientras los productores participen exclusivamente en la producción primaria y tengan como mercado principal el segmento de los intermediarios, continuará la extracción de riqueza, no habrá diferenciación de productos, ni reconocimiento en precios, no existirá razón económica para modificar los procesos productivos, ni será económicamente sustentable el cambio tecnológico para introducir procesos productivos ambientalmente sustentables. En suma, no habrá sustentabilidad ambiental porque no existe sustentabilidad económica ni social.

La sustentabilidad de la producción rural solo se podrá conseguir cuando sea una sustentabilidad ambiental, social y económica y esto solo podrá obtenerse atendiendo a la lógica Mercado-Producto-Proceso, por esto la condición fundamental para detonar un cambio hacia la sustentabilidad es modificar el mercado.

Consideramos que la integración económica de las cadenas productivas por los productores, constituye la estrategia para conseguir el propósito de la sustentabilidad (ambiental, social y económica) porque el reto consiste en que los productores accedan al mercado detallista y al consumidor final.

Para alcanzar estos propósitos, es necesario que los productores tomen consciencia de ello, se decidan y se apropien las capacidades necesarias para llevar a cabo las empresas que les permitan participar en las cadenas de valor, lo que por experiencia propia sabemos que es posible lograr.

Por otra parte, aquellos productores que se convirtieron en sujetos de derecho del Programa Sembrando Vida 2019 y 2020, en este 2022, están cumpliendo su tercer año de participación y, por tanto, podrán disponer los recursos que estuvieron en calidad de ahorro y que hoy pueden ser la base de una fructífera inversión, en la medida en que pueden servir de garantía para la obtención de recursos crediticios que les permitan la formación de aquellas empresas que ellos decidan constituir.

Al respecto, el Programa también tiene considerado un rubro para absorber los gastos ocasionados por la constitución de cualquier figura asociativa que los sujetos de derecho, lo cual les facilitaría formalizar su integración. Asimismo, el Programa incluye la capacitación del personal operativo en aquellos temas que beneficien su

<sup>7</sup> Evidentemente la revisión de todos estos enfoques involucra una amplia literatura. Sin embargo, dado que los fines de la presente propuesta no van más allá de indicar la metodología necesaria para el proceso de formación se omite la lista de los autores que la sustentan. Para una revisión detallada de la misma véase el libro El Espejo de E. Malagón (2010). Para una versión breve pero donde se hace referencia a los autores clave de los fundamentos, véase Garza et al 2018

consolidación como son: agroecología, sustentabilidad, finanzas sociales, economía solidaria y economía comunitaria, entre otras. Oportunidades estas que pueden y deben de ser aprovechadas tanto por los productores como por los técnicos.

### Referencias

Caetano de Oliveira, A., E. Quesnel y S. Valencia. Trabajo-aprendizaje en el financiamiento del desarrollo rural. Propuesta estratégica de aplicación. Colegio de Postgraduados y Financiera Rural. México. ISBN 978-607-7533-54-2. 2010.

Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. Consultado por internet el 20 de abril d 2022. Dirección de Internet: <https://www.inegi.org.mx/programas/cagf/2007/>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Avances y retos del Programa Sembrando Vida. Comunicado No. 11. Ciudad de México. 12 de julio de 2020. Consultada por internet el 26 de mayo de 2022. Dirección de Internet: [file:///E:/Lula/Bancos/OTROS/Gastos%20mensuales/AVANCES%20Y%20RETOS%20DEL%20PSV\\_CONEVAL%20julio%202020.pdf](file:///E:/Lula/Bancos/OTROS/Gastos%20mensuales/AVANCES%20Y%20RETOS%20DEL%20PSV_CONEVAL%20julio%202020.pdf)

Diario Oficial de la Federación (DOF). Acuerdo por el que se emiten los Lineamiento de Operación del Programa Sembrando Vida. Secretaría de Bienestar. México. 24 de enero de 2019. Consultado por internet el 25 de mayo de 2022. Dirección de Internet: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5548785&fecha=24/01/2019#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5548785&fecha=24/01/2019#gsc.tab=0)

Garza Bueno, L.E., E.J. Ibarra, J.M. Omaña, L. Gómez y E. Castillo. Gestión de la Asociatividad y la Integración Económica mediante la Formación. 2018. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ISBN: 978-607-715-368-9. 2018.

Garza Bueno, L.E., L. Gómez, E. Zapata, G. Cabañas y Z. Cortes. Entidades Financieras Indígenas. De la exclusión a la Autonomía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ISBN: 978-607-715-422-8. 2021.

Malagón M., E. El Espejo. Fundamentos del aprendizaje humano. Colegio de Postgraduados, Editorial del Colegio de Postgraduados y Mundi Prensa México. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ISBN: 978-607-715-019-0. 2011.

### Notas Biográficas

La **Dra. Laura Elena Garza Bueno** es Licenciada en Economía por el IPN, con doctorado de la *Universidad Estatal de Moscú*. Profesora investigadora del Colegio de Postgraduados y catedrática en la Universidad Autónoma Chapingo. Ha publicado diversos libros, artículos y reportes técnicos y participado como expositora en diversos eventos sobre capacitación y servicios financieros como palancas del desarrollo rural. Asimismo, fue Directora General del INCA Rural y Directora de Área en la entonces Financiera Rural.

El **Dr. Antonio Mauricio Gómez** es Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), con Maestría en Estudios del Desarrollo Rural y Doctorado en Economía en el Colegio de Postgraduados. Experiencia docente en el área de Comercio Internacional y Mercadotecnia. Colaboró en SAGARPA, FIRCO y consultor en agronegocios en FIRA.

La **Mtra. Lourdes Gómez García** es Licenciada en Economía egresada de la *Universidad Autónoma Metropolitana*, con Postgrado en el *Colegio de Postgraduados*. Colaboró en el Banco de Comercio Exterior y en la Financiera Rural, actualmente es consultora externa e investigadora en aspectos de financiamiento en el medio rural, con enfoque de género.

# Gestionar la Pérdida: Antecedente del Diagnóstico y la Sucesión en una Empresa Familiar

Lic. Lizzie Marisol Góngora García<sup>1</sup> y Dra. Thelma Elena Cetina Canto<sup>2</sup>

**Resumen**— Una empresa se crea con la finalidad de iniciar un proyecto de vida de una persona o grupo de personas, que desean crecer y desarrollarse en un ámbito particular. Cuando se trata de una empresa familiar, esta finalidad cobra mayor sentido ya que no se trata únicamente de prestar servicios a la sociedad, sino de construir un legado para futuras generaciones. Son múltiples los retos a los que se enfrentan, siendo uno de ellos la sucesión, la cual se complica cuando el fundador y director fallece intempestivamente; lo cual sucedió en una organización dedicada a los servicios de construcción, en donde se llevó a cabo este estudio. En este trabajo se presenta una propuesta para gestionar el aspecto emocional que trae la pérdida, así como estrategias para identificar las principales problemáticas de la organización y las líneas de acción para su abordaje. Este trabajo se enmarca desde el campo disciplinar del Desarrollo Organizacional.

**Palabras clave**— Empresa Familiar, Sucesión, Desarrollo Organizacional.

## Introducción

La familia es la primera organización humana que se conoce, por lo que históricamente, las primeras formas de organización de la actividad comercial e industrial constituyeron una extensión del sistema familiar (Soto, 2013).

Las empresas familiares predominan a nivel mundial. Específicamente en México, el 83% de las empresas son familiares, destacando los estados de Nayarit, Yucatán y Nuevo León, asimismo los sectores que predominan son: el 88% sector construcción, el 85% manufacturero y comercio y un 79% servicios generales. Se considera que éstas generan el 67% en las fuentes de empleo en el país, sin embargo, son pocos los estudios que existen sobre las dificultades que enfrentan, su conformación administrativa y de gobierno (Ferrón, Simón, Durán y San Martín, 2016).

Este tipo de empresas tienen una serie de ventajas debido a la particularidad por la que existen, es posible que se genere un sentido de pertenencia entre los miembros y se comparta el mismo propósito dentro de la fuerza laboral. Dentro de las principales fortalezas de una empresa familiar se encuentra la rapidez en la toma de decisiones, el compromiso, flexibilidad en el tiempo y el dinero, una cultura estable, confiabilidad, orgullo, entre otros (Echaiz, 2010). Por otra parte, estas empresas pueden desarrollar graves problemas cuando viene el cambio de generación en su administración y dirección y no se cuenta con planes de sucesión.

De acuerdo con Ferrón, Simón, Durán y San Martín (2016), en México, la mayoría de las empresas familiares están conformadas por la primera generación (66%), un porcentaje menor por la segunda (29%) y sólo un 4% por la tercera, lo cual muestra una difícil batalla en el crecimiento y ello se debe en gran medida a que 67% de las empresas no cuentan con un plan de sucesión. Además, el 55% de las empresas familiares no han tomado acciones en caso de que algún directivo clave falte, por lo que la inesperada ausencia de uno de ellos representaría el no poder cubrir el puesto, por lo menos en el corto plazo.

El paso de una generación a otra en una empresa familiar, implica el cambio de liderazgo, es un proceso complejo y duradero que normalmente se atraviesa con muchas dificultades y con problemas emocionales, tanto por parte del personal como de la familia. En este cambio de una generación a otra se pone en juego la continuidad de la empresa familiar. Por ello, una de las principales causas de la desaparición de las empresas familiares está relacionada con la sucesión generacional, puesto que se estima que solo el 30% de las empresas familiares sobreviven en el paso de la primera a la segunda generación; y de éstas, únicamente el 15% continúan activas en la tercera generación (Navarrete, 2008).

Caso particularmente especial es cuando la muerte del director y fundador es inesperada y plantea aspectos particulares a atender como lo es el reconocimiento y validación de las emociones (Stockmans, 2010). Para los cónyuges el proceso sucesorio puede ser la fuente de un complejo conjunto de retos, incertidumbres y preocupaciones acerca del futuro económico y emocional de la familia, ya que no sólo tienen estas preocupaciones, sino que de igual manera viven el duelo de la pérdida (Lansberg, 1988). Tan relevante es la figura del cónyuge, que en ocasiones es éste quien asume la sucesión en casos de muerte repentina del fundador. Las razones para asumir el cargo pueden ser variadas, como preservar la visión de la pareja, asegurar el futuro económico de la familia y de los

<sup>1</sup> Lic. Lizzie Marisol Góngora García, cursa la Maestría en Psicología Aplicada en Desarrollo Organizacional en la Universidad Autónoma de Yucatán. [lmgg14@outlook.es](mailto:lmgg14@outlook.es)

<sup>2</sup> Dra. Thelma Elena Cetina Canto, profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Yucatán [thelma.cetina@correo.uady.mx](mailto:thelma.cetina@correo.uady.mx)

miembros que conforman la organización, o porque se considera obligado a salvaguardar la organización hasta que la próxima generación pueda asumir la dirección (Sánchez-Crespo, 2012).

De manera particular, el caso del fallecimiento del líder implica al menos tres nuevas tareas que son necesarias para que el negocio continúe con su actividad: el reconocimiento de la pérdida, la reorganización en la familia y empresa y la disposición a nuevas ideas. Se considera que el reconocimiento de la pérdida es el primer paso para una gestión eficaz. Es habitual que ante este tipo de circunstancias las personas intenten continuar con su vida como si nada hubiese pasado. Sin embargo, es fundamental asumir la pérdida y tomar conciencia de que la realidad ha cambiado (Herz, 1993); de lo contrario la organización quedará sin un líder concreto, y por lo tanto no habrá objetivos definidos ni estrategias. La familia debe reunirse y hablar de forma abierta, tanto de la pérdida del líder como de la nueva etapa en la empresa. La comunicación clara y directa facilita la adaptación de la familia a la nueva situación y fomenta el apoyo entre los miembros (Walsh, 1982).

### **Descripción del método**

#### *Escenario*

Este estudio se llevó a cabo en una empresa Constructora ubicada en la ciudad de Mérida, Yucatán, la cual fue fundada en el año 2010, actualmente laboran diecisiete personas de las cuales, tres ocupan puestos gerenciales de las tres principales áreas que son construcción, costos y administración. Desde su fundación hasta el año 2021 fue dirigida por su fundador, quien concentraba la toma de decisiones tanto operativas como administrativas. El crecimiento de la empresa lo realizó junto con su padre quien tenía un papel de subdirección y se enfocó en realizar alianzas laborales con clientes que hasta la fecha se mantienen. Cinco años más tarde y por problemas en la dinámica familiar, debido a la falta de políticas laborales, su padre se retira de la empresa. A su salida, se incorpora su esposa en el área de recursos humanos de manera informal y de carácter esporádico ya que, el acuerdo que tenían como sistema familiar era ella dedicarse de manera casi exclusiva al cuidado de la casa y los hijos. Situación que cambia en el año 2021 al fallecer de manera inesperada el fundador y ésta se ve en la necesidad de asumir la dirección de la empresa.

El inesperado deceso del fundador, le genera grandes dudas e inquietudes pues no sólo atraviesa por el proceso natural de la pérdida de su esposo y padre de sus hijos, sino la incertidumbre de dirigir una empresa de la que desconoce a profundidad sus procesos operativos y administrativos, esto debido a la filosofía y estilo de liderazgo de su esposo quien centralizaba la toma de decisiones.

Lo anterior genera en las y los colaboradores incertidumbre y dudas que van desde los aspectos de operación diaria hasta las decisiones relacionadas con el crecimiento de la empresa, la estabilidad y seguridad de la fuente de empleo. Consciente de sus preocupaciones y la de las y los colaboradores acude a un servicio de consultoría en el área de Desarrollo Organizacional donde como demanda inicial plantea la necesidad de identificar las principales problemáticas presentes en la empresa y de una orientación para saber cómo debería llevar a cabo los procesos para asumir la dirección.

#### *Diseño del método*

Con la finalidad de llevar a cabo los procesos de cambio dentro de las organizaciones es necesario utilizar un modelo teórico basado en el Desarrollo Organizacional. Para fines de este estudio se realizó una revisión teórica de distintos modelos de cambio planeado tales como el modelo de De Faria Mello, el modelo de investigación-acción, entre otros (Guízar, 2013), con la finalidad de tomar las bases de cada uno.

A partir de lo anterior, se propone un modelo de cambio compuesto de cuatro etapas: la etapa *entrada* tiene la finalidad de conocer las principales características del sistema cliente, se plantearon dos objetivos: Identificar las principales características estructurales y culturales del sistema cliente y determinar las expectativas del cliente en cuanto al proceso de intervención que la empresa requiere. La etapa *programa gestión de la pérdida* cuenta con tres fases de las cuales, la fase 1 *afrontar la pérdida*, manejar las emociones que se generaron a partir de la pérdida del fundador, expresando todas las dudas que este deceso generó, así como las creencias e incertidumbres sobre el evento. La fase 2 *adaptarse a la pérdida*, busca brindar a los colaboradores las herramientas necesarias para adaptarse al cambio generado en la organización, la fase 3 *honrar la experiencia de vida*, busca construir un espacio para honrar la experiencia de vida y los avances que logró la empresa tras el año de pérdida del fundador. La etapa *diagnóstica*, tiene como objetivo determinar las líneas de acción a trabajar en conjunto con la empresa. Por último, la etapa *diseño e implementación*, tiene la finalidad de llevar a cabo el diseño e implementación del plan de acción de acuerdo a las líneas de acción identificadas en la etapa diagnóstica.

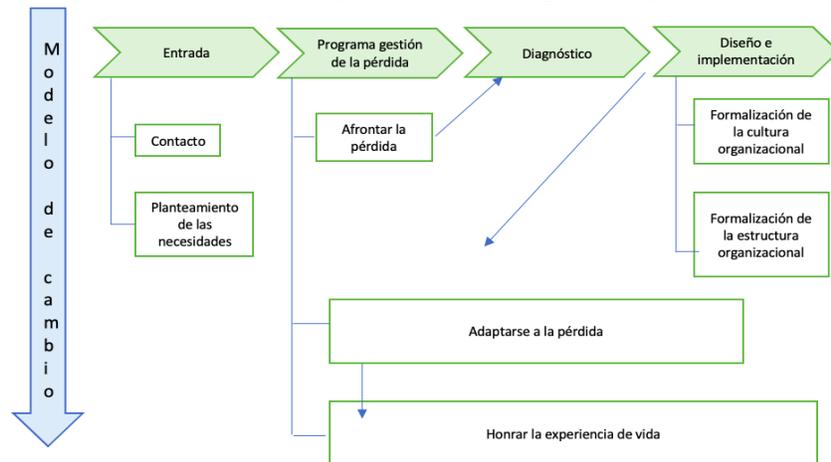


Imagen 1. Propuesta de Modelo de cambio. Fuente. Elaboración propia.

### Procedimiento y resultados

#### Entrada

A partir de lo anterior y de acuerdo a las necesidades presentes dentro de la empresa objeto estudio, durante la fase de entrada, la directora, se puso en contacto con el equipo consultor para compartir las principales inquietudes que estaba teniendo respecto al suceso. Esta fase busca darle respuesta a dos objetivos. El primer objetivo fue identificar las principales características estructurales y culturales del sistema cliente, para esto, se identificaron los documentos y archivos con los que cuenta la empresa en los que tienen plasmado la identidad e historia de la empresa así como los principales servicios. Una vez identificados se realizó una revisión de estos. Se identificó que existe una incongruencia en la definición de la cultura organizacional, es decir, la misión, la visión y los valores son diferentes en el catálogo de servicios, curriculum empresarial, en las mamparas físicas de las oficinas administrativas e incluso en lo que se transmite en su página web; en consecuencia existe desconocimiento para las y los colaboradores debido a la falta de claridad y socialización de las mismas. De igual manera, existe poca claridad en el organigrama lo cual dificulta la identificación de los niveles y las áreas dentro de la empresa. Por último, se identificó falta de unificación en los servicios que ofrecen como empresa.

Posterior, se realizó una sesión con la directora con la finalidad de determinar sus principales necesidades en cuanto al proceso de consultoría que la empresa requiere. Se realizó una entrevista abierta a través de preguntas dirigidas a conocer cuál era su principal inquietud, qué espera como cliente y qué le gustaría lograr a través de la consultoría. Se identificó como necesidad prioritaria gestionar los sentimientos y emociones de ella y de las y los colaboradores generando un espacio para agradecer el crecimiento obtenido durante la dirección del fundador, lo anterior se plantea como antecedente para poder identificar y abordar las problemáticas cotidianas de la empresa; así mismo, la directora expresó la inquietud de conocer la capacidad y el nivel de compromiso de los tres responsables de las principales áreas dentro de la empresa para continuar con la operación.

#### Programa gestión de la pérdida: fase afrontar la pérdida

Como resultado de la entrevista se identificó la necesidad prioritaria de gestionar la pérdida que atraviesa la empresa, la directora y las y los colaboradores, ya que desde la pérdida del fundador no se había llevado a cabo una reunión general con el personal para hablar sobre lo ocurrido, las inquietudes presentes y los cambios que pudiesen presentarse. Por lo cual, se planeó una primera acción para gestionar las emociones producto de la pérdida, esta acción se considera como un antecedente necesario para poder planear y realizar las siguientes fases. Se diseñó un

taller titulado *¿Por qué estamos aquí?*, el cual se dividió en tres momentos. Lo anterior se llevó a cabo bajo la coordinación del equipo consultor y participaron las y los colaboradores de la empresa y la dirección. Se utilizó una presentación power point para guiar y complementar las distintas actividades para cada uno de los momentos, los cuales se describen a continuación.

El primer momento consistió en agradecer y reconocer el legado del fundador, para esto se realizó una primera actividad titulada *Introducción y Expectativas* la cual tuvo la finalidad de conocer a todo el equipo de la empresa, el puesto que ocupan y la principal actividad que desarrollan. De igual manera, se revisaron las principales expectativas que tenían del taller mediante preguntas guía *¿Por qué están aquí? ¿Qué les gustaría que pase? ¿Qué les gustaría que no pase? Y qué están dispuestos a hacer?* Dentro de los principales resultados encontrados destacan la identificación de un equipo comprometido, unido, alegre y siempre buscando mejorar para resolver las necesidades de los clientes. Las principales expectativas expresadas fueron obtener respuesta ante la inquietud por saber que pasará administrativamente y operativamente.

Posterior, se realizó una segunda actividad titulada *Legado vs Herencia* la cual tuvo la finalidad de identificar el sello característico que constituyó el fundador. Para lo anterior, se explicó la diferencia de los conceptos legado y herencia para enfatizar que la empresa existe por un legado que dejó el fundador. Seguido se le pidió al equipo que expresaran algunas frases emblemáticas del fundador y con las cuales les gustaría recordarlo en las actividades que se realicen dentro de la empresa. Los resultados significativos comprenden frases como: *“era para ayer” “vamos para adelante” “hay que hacer las cosas bien y por el bien” “urgencia chicos urgencia”*.

El segundo momento tuvo como objetivo identificar los aspectos culturales presentes en la empresa, para esto se realizó una actividad titulada *Corazón en llamas* con la finalidad de determinar como equipo de trabajo cuales son las principales características, las barreras y los valores presentes en la empresa. Para esto, se le entregó a cada participante una hoja con la impresión del dibujo “Corazón en llamas”, como se puede observar en la imagen 3, se explicó que colocaran dentro del corazón cómo les gustaría que sus amigos, familiares y clientes reconocieran a la empresa. Posterior a esto, se les solicitó que identificaran 7 miedos que los alejaran de alcanzar que ese reconocimiento se cumpla y los colocaran en la parte superior en cada imagen. Por último, en la parte inferior del corazón se les indicó que colocaran los seis valores que faciliten el cumplimiento del reconocimiento. Al finalizar se compartió en plenaria. Esta actividad permitió tener un acercamiento de la percepción que tienen las y los colaboradores acerca de la empresa y conocer las bases para la actualización de la misión, la visión y los valores. Dentro de las principales respuestas se encontró que les gustaría que la empresa sea reconocida por su calidad, experiencia, compromiso y como líder en el mercado de la construcción. Los principales miedos inseguridad, falta de claridad en los procesos, falta de dirección, poca comunicación. Los valores identificados destacan la responsabilidad, el compromiso, el respeto, la confianza y el compañerismo.



Imagen 2. Actividad Corazón en llamas.

Por último, el tercer momento tuvo como objetivo identificar los aspectos estructurales de la empresa. Se realizó una actividad titulada *Construyendo* en la cual, se le pidió a las y los participantes contestar de manera individual la siguiente pregunta *¿Cuáles son las dos principales tareas/necesidades, problemáticas, “pendientes” que tenemos que atender como empresa?* Al finalizar, se solicitó que compartieran las respuestas en plenaria. Los resultados obtenidos destacan como principales problemáticas la falta de claridad en el proceso de reorganización de la estructura de la empresa, principalmente del área de construcción, carencia de coordinación entre áreas, falta de gente en obra, poca empatía con el personal en general, mala organización y carencia de guía para hacer lo correcto. Las principales necesidades detectadas se relacionan con definir los objetivos hacia dónde quiere ir la empresa, evaluación y retroalimentación constante, establecer nuevas reglas para el buen funcionamiento y organización de todas las áreas e información clara y precisa de la situación administrativa y social de la empresa.

Para finalizar, se realizó una última actividad con la finalidad de conocer la percepción de cada participantes sobre las actividades que realizan de acuerdo al puesto que desempeñan dentro de la empresa, se les entregó a cada uno una hoja con las siguientes preguntas *¿Cuál es la tarea que más tiempo le consume? ¿Cuál es la tarea que más tiempo le consume a sus compañeros? ¿Cuál es el aspecto más complejo de su trabajo? ¿Existe alguna tarea redundante que le gustaría eliminar de su puesto? ¿Qué tarea pequeña es la que más tiempo le “roba”? ¿Existe alguna tarea y/o responsabilidad que le gustaría eliminar? ¿De qué manera podemos experimentar mayor simplicidad en nuestras labores cotidianas?*. Los resultados obtenidos por medio de esta actividad permitieron identificar que existe una cuestión prioritaria en definir las tareas que se deben realizar en cada puesto, así como la claridad en los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa y la representación de un organigrama para favorecer la organización y comunicación dentro del personal.

## Comentarios finales

### Conclusiones

Se considera importante ante esta situación o alguna similar, conocer las inquietudes del sistema cliente como requisito importante para tener la facilidad de alinear las actividades con lo que se piensa y siente y favorecer la participación y mejores resultados con las y los participantes. De igual manera, realizar la intervención bajo el marco del Desarrollo Organizacional permite que sea un proceso planeado en resolver las necesidades del cliente que busca favorecer sea un proceso participativo y colaborativo logrando el crecimiento de los miembros.

El primer acercamiento con la empresa permitió conocer el proceso que actualmente se vive en la empresa y proponer un programa de gestión de la pérdida a lo largo de la intervención. Lo anterior con la finalidad de brindar las herramientas necesarias para continuar con la operación de la misma.

El análisis de la información obtenida en las etapas realizadas hasta el momento, permitió determinar entre la dirección y el equipo consultor, las siguientes líneas de acción para intervenir con toda la empresa:

- Diagnóstico de las habilidades a trabajar (coaching a la directora)
- Formalización de la cultura organizacional
- Formalización de la estructura organizacional (políticas, organigrama, funciones y responsabilidades específicas de cada puesto)

## Referencias

- Echaiz, D. (2010). El protocolo familiar. La contractualización en las familias empresarias para la gestión de empresas familiares, 101–130.
- Ferrón, J. M., Simón, J. C., Durán, J. y San Martín, J. M. (2016). La sucesión e institucionalización de la empresa familiar en México. México: Editorial IMEF.
- Guízar Montúfar, R. (2013). Desarrollo organizacional, principios y aplicaciones. México: Mc GrawHill.
- Herz Brown (1993) "Loss and Continuity in the Family Firm". *Family Business Review*, 6, 111-130.
- Lansberg, I.S. (1988). "The succession conspiracy: Resistance to succession planning in first generation family firms". *Family Business Review*, 1, 119-143.
- Navarrete, M. (2008). Transición generacional en las empresas familiares mexicanas fabricantes de pinturas y tintas. Premio UDEM-Adalberto Viesca Sada, No. 16, Centro de Empresas Familiares de la Universidad de Monterrey, México.
- Palafox, M., Ochoa, S. y Jacobo, C. (2019). Liderazgo en el proceso de sucesión. El caso de una empresa familiar mexicana. *Visión de Futuro*, 23(2), 73-89. <http://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/issue/view/16>
- Sánchez-Crespo, A. (2012). "La empresa familiar: una cuestión de vocación". *Artículo y Recursos Empresariales*.
- Soto, A. (2013). La empresa familiar en México: situación actual de la investigación. *Contaduría y Administración*, 58(2), 135-171.
- Stockmans, A. (2010). "Socioemotional wealth and earnings management in private family firms". *Family Business Review*, 23, 280-294.
- Walsh, G (1982). *Normal Family Processes*. Oxford University Press. Nueva York.

# Diseño de un Sistema Automático de Transferencia de Energía Eléctrica Utilizando un Controlador Lógico Programable

C. Adriana Gonzalez Flandez<sup>1</sup>, Ing. Zósimo Ismael Bautista Bautista<sup>2</sup>  
Dr. José Ángel Mejía Domínguez<sup>3</sup>

**Resumen**— Un sistema de transferencia de energía es elemental en la industria para minimizar los daños ocasionados por las fallas eléctricas, es por lo que en la búsqueda de la optimización y aprovechamiento de los recursos se plantea incurrir en nuevas alternativas para la generación de energía que es fundamental en los procesos. En el presente se da a conocer que diseñar y poner en marcha uno de estos sistemas automáticos es muy sencillo, si se implementa de forma correcta un Controlador Lógico Programable (PLC por sus siglas en inglés) y un interfaz humano máquina (HMI) que permita el monitoreo constante del suministro energético dentro de los procesos de la industria.

**Palabras clave**—Sistema de transferencia, Diseñar, Automáticos, PLC, HMI.

## Introducción

En este documento se muestran los resultados obtenidos de la investigación previa desarrollada para poder diseñar un sistema automático de transferencia de energía eléctrica implementando un Controlador Lógico Programable, así como la propuesta de diseño para su implementación, pues si bien se sabe que las interrupciones en el suministro eléctrico que se presentan comúnmente en la ciudad de México representan pérdidas de producción a la industria, repercutiendo directamente en su economía. Las plantas de emergencia son equipos empleados de manera constante cuando las fallas en el suministro de energía se hacen presentes, sin embargo, estas se rigen por un sistema de accionamiento manual o automático, la propuesta de este trabajo es diseñar un sistema completamente autónomo que entre en función automáticamente unos segundos después de identificar la falla eléctrica.

## Descripción del Método

### Problemática

El control automático actualmente es un área de gran interés para su estudio en la rama de ingeniería debido a que con el se pueden lograr procesos altamente eficientes, en el caso de las plantas de emergencia donde se deben considerar diversas variables a controlar para ponerlas en operación está se está empleando para crear sistemas capaces de detectar fallas en la red de distribución eléctrica y anticiparse a ellas garantizando el continuo suministro y reduciendo las pérdidas en el proceso al mínimo, situación que no puede evitarse con la puesta en marcha de forma manual que en muchas industrias aun se lleva a cabo. Debido a los datos anteriores los ingenieros se han dado a la tarea de diseñar sistemas que pueden abastecer de este indispensable recurso a la industria en caso de que las redes públicas proporcionadas por CFE fallen o no sean capaces de llegar a lugares donde la energía eléctrica es requerida, estos sistemas comúnmente se conocen como plantas de emergencia, que tienen la capacidad suficiente para proporcionar energía eléctrica a una gran industria durante el tiempo necesario que tardan en reparar las fallas, esto siempre y cuando la planta tenga un funcionamiento correcto y las necesidades de los procesos industriales no exceden la capacidad de la planta, sin embargo estas operan de forma manual, son accionadas a través de interruptores por el personal que labora en el área para hacer la transferencia de energía cuando se percatan de la falla en la red comercial, por ello los ingenieros a través de los avances en el área del control automático permiten que cada vez sea más fácil asegurar que estos procesos se hagan de manera automática con la implementación de sistemas autónomos.

### Descripción del sistema.

Diseñar un sistema capaz de detectar fallas en la red eléctrica pública, que a su vez esté en comunicación con una planta de emergencia, para qué de ser necesario se enciende la planta de emergencia y transferir el suministro eléctrico proporcionado por CFE al generador de la planta en el menor tiempo posible. Desarrollar este sistema implicó analizar las principales fallas de la red de distribución eléctrica pública, analizar el funcionamiento de las plantas de

<sup>1</sup> Adriana Gonzalez Flandez, alumna de la Carrera de Ingeniería en Control y Automatización del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. [agonzalezf1302@alumno.ipn.mx](mailto:agonzalezf1302@alumno.ipn.mx)

<sup>2</sup> Ing. Zósimo Ismael Bautista Bautista, Profesor Investigador de la Carrera de Ingeniería en Control y Automatización del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México [zbautista@ipn.mx](mailto:zbautista@ipn.mx)

<sup>3</sup> Dr. José Ángel Mejía Domínguez, Profesor Investigador de la Carrera de Ingeniería en Control y Automatización del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México [jmejia@ipn.mx](mailto:jmejia@ipn.mx)

emergencia, estudiar sus principios de operación y proponer la programación en lenguajes escalera para automatizar el proceso, así como diseñar una interfaz HMI.

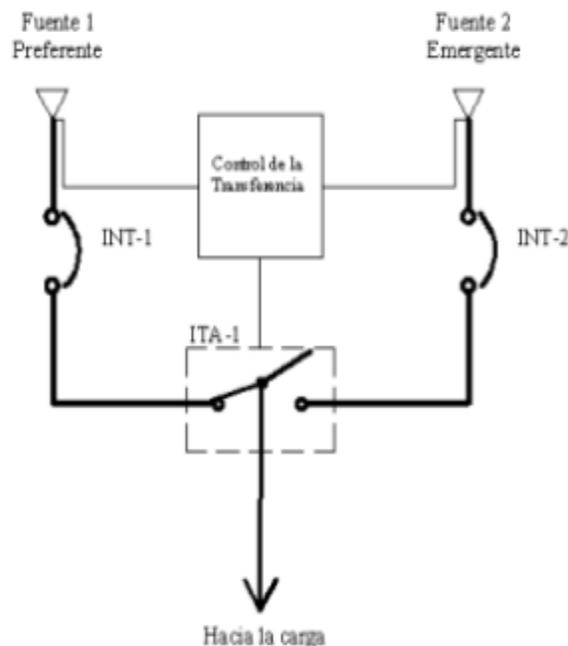
El desarrollo de esta propuesta contemplo el uso de contactores para hacer la transferencia de energía entre fuentes y facilitar la programación del PLC.

Si bien, se debe saber que un sistema automático de transferencia de energía es un conjunto de elementos que da la posibilidad de alimentar la carga desde dos o más fuentes de alimentación, con la capacidad de realizar la selección de una u otra fuente.

El sistema de transferencia con sincronización automática tiene la bondad de reducir el tiempo de respuesta de los generadores de emergencia con el beneficio de ser independiente de la intervención de un operador humano. Este sistema de transferencia está formado por 2 partes fundamentales, el sistema de control y el sistema de fuerza, el primero cumple la función de ordenar la activación de los generadores de emergencia, su sincronización a la barra común, la conexión para alimentar las cargas y la protección de los generadores, se integra por el PLC, la interfaz HMI y el relé de tensión; mientras que el sistema de fuerza se conforma por los relés de interface y los contactores que cumplen con la función de conectar los generadores para alimentar y coordinar las cargas. Luna, C. (2006)

Si en un sistema se tienen más de dos fuentes de energía eléctrica estas se pueden configurar de tal manera que una sea preferente y que la otra este en espera de ser utilizada. En este caso se debe considerar que las dos fuentes tengan un origen diferente y que en el punto de utilización se cuente con el equipo adecuado de transferencia de energía. Quintuña, C. (2012).

La *Figura 1* muestra el diagrama unifilar de un sistema de transferencia de energía eléctrica entre 2 fuentes, siendo el suministro preferente la fuente uno y la fuente 2 un suministro emergente.



*Figura 1. Diagrama unifilar de un arreglo con alimentación doble*

Para la transferencia entre dos fuentes de potencial se deben conocer parámetros de tensión, corriente, frecuencia y secuencia de fases que se determinan a través de fórmulas y operaciones matemáticas. A partir de estos parámetros se obtiene la cantidad de relevadores en el sistema de transferencia, así como el tipo de tablero, equipo de señalización, contactores, interruptores, bobinas, conductores, HMI y controlador que se implementarán, Boyzo, J. (2008).

La transferencia automática es un complemento muy útil para la planta eléctrica cuando la necesidad de energía eléctrica es constante para garantizar la seguridad de las personas que laboran, los procesos y la maquinaria que se emplea, esta se instala en el generador y básicamente su principio funcionamiento consta de 5 pasos que se enumeran a continuación:

1. El primer paso para que opere la transferencia es que haya una falla en el suministro de la energía eléctrica comercial, en caso de México una falla en el suministro proporcionado por CFE.
2. Como segundo paso en el principio de funcionamiento de la transferencia es la detección de la falla, cuando la transferencia ha detectado la falla ordena de manera automática a la planta eléctrica que se encienda.
3. El tercer paso es el más importante en el funcionamiento de la transferencia ya que en este paso la planta eléctrica se enciende y una vez la transferencia detecta el correcto funcionamiento de la planta eléctrica realiza la conmutación para que el generador suministre la energía al sitio a respaldar.
4. El cuarto paso consta de mantener funcionando la planta eléctrica hasta que se detecte que el servicio de energía eléctrica se ha restablecido.
5. En el quinto paso el sistema de transferencia detecta el restablecimiento de la energía eléctrica y automáticamente manda apagar la planta eléctrica y se mantiene el suministro de la red comercial hasta detectar otro fallo.

De esta manera es que se concluye el funcionamiento del sistema de transferencia automática. En otras palabras, un tablero de transferencia es una unidad que se instala para que inmediatamente después de que se presentó una falla en el suministro de energía, la planta eléctrica se encienda automáticamente.

Existen algunas condiciones que deben cumplirse para que la transferencia automática funcione correctamente y siga una secuencia a modo de prevenir fallas ya que como es bien sabido la idea de automatizar cualquier proceso debe cumplir con la característica de ser seguro tanto para el proceso como para quienes trabajan en él. Los eventos que activan o desactivan al interruptor de transferencia automático están verificados en las entradas del controlador PLC, el controlador está programado en lenguaje escalera, implementa contactores abiertos y cerrados, bobinas que representan las salidas y temporizadores para definir las instrucciones de tal modo que el sistema esté en espera para alimentar la carga, ya sea con la red comercial o con la energía de la planta eléctrica, se da siempre preferencia a operar con la red comercial, pero si esta se encuentra en fallo el controlador mandara la señal de arranque al generador. A la hora de programar el controlador se deben tener en cuenta hasta los factores o condiciones menos probables dentro del proceso ya que pueden llegar a suceder. El algoritmo que se requiere para el funcionamiento del interruptor de transferencia a grandes rasgos se muestra en la *Figura 2*.



*Figura 2. Esquema de algoritmo para la secuencia de transferencia automática al sistema de emergencia.*

Otro factor muy importante para considerar en el diseño de un sistema automático de transferencia eléctrica es el circuito de fuerza que consta de dos partes, la primera alimenta las cargas con la red comercial y la otra suministra energía mediante la planta de emergencia. Para mayor comprensión en la *Figura 3* se aprecia el diagrama de fuerza que se diseñó para este sistema en el software CADESIMU. También debe considerarse el circuito de mando que cumple con la función de sincronizar y transferir el generador a la carga en el momento que el suministro de energía

de la red comercial falle, el mando es un conjunto de instrumentos y aparatos que trabajan para proporcionar a la transferencia una operación completamente automática, este se ejemplifica en la **Error! Reference source not found.**

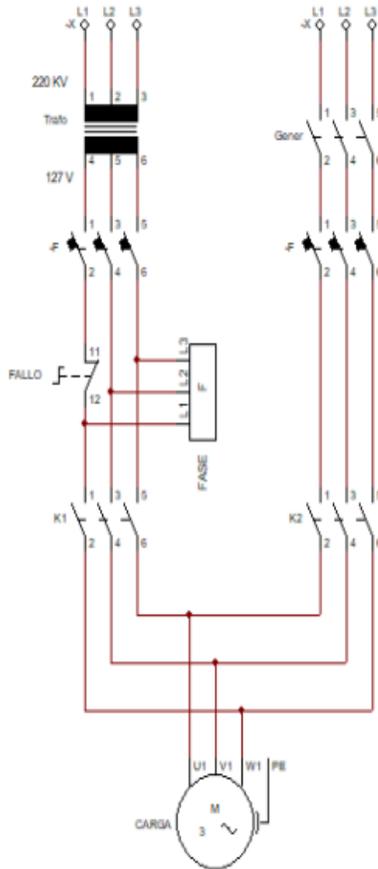


Figura 3. Diagrama de Fuerza en CADESIMU

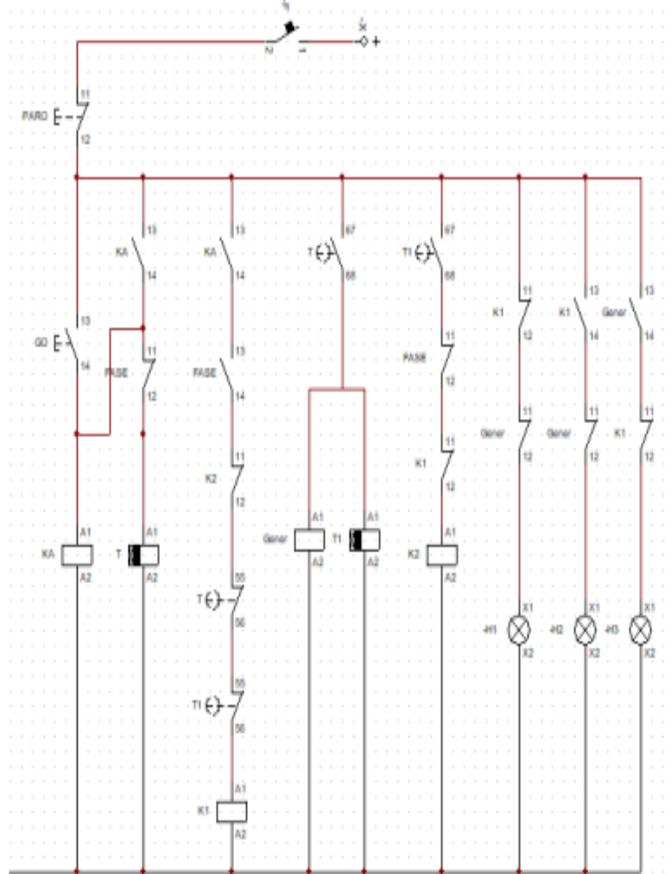


Figura 4. Circuito de mando

La comunicación del controlador con la interfaz que se ocupa para el monitoreo del sistema es de suma importancia por lo que se usó el software de PROFINET que es el estándar abierto de ethernet industrial y uno de los estándares más utilizados en redes de automatización debido a las ventajas que este protocolo ofrece. Con PROFINET es posible conectar dispositivos, sistemas y celdas entre si mejorando tanto la velocidad como la seguridad de sus comunicaciones, reduciendo costos y optimizando la producción, mejora la escalabilidad en las infraestructuras, acceso a los dispositivos de campo a través de la red. PROFINET al ser un protocolo que utiliza Ethernet en su comunicación facilita acceder a dispositivos de campo desde otras redes de una forma más fácil, permite la ejecución de tareas de mantenimiento y prestación de servicio desde cualquier lugar. Es posible acceder a dispositivos de campo mediante conexiones seguras como por ejemplo VPN para realizar mantenimientos remotos.

El cable de comunicación a utilizar es un cable UTP categoría 5 con conectores RJ45 en ambos extremos, un extremo va directamente al PLC, mientras que el otro extremo ira al HMI. Este cable será el encargado de enviar y recibir los datos del proceso al HMI como se muestra en la *Figura 3* :



Figura 3. Conexión PLC-HMI

Para el desarrollo de esta propuesta de igual forma se realizó la selección del instrumental a implementar y el análisis de costos, determinando cuales son las mejores opciones, entre ellas destacan los contactores AC-3 3RT1076-6AF36 de la marca SIEMENS que son la mejor opción para los requerimientos de las cargas de trabajo que pueden alimentar, conductores calibre 0 AW-MCM de la marca IUSA ya que ofrece una buena calidad en relación con el precio y soporta hasta 170 amperios, interruptores termomagnéticos con capacidad de 150 amperios de corriente marca SIEMENS y el elemento fundamental de esta propuesta que es un controlador PLC s7 1200 modelo 1214 AC/DC/RLY referencia 6ES7 214-1BG40-0XB0 porque se adapta a los requerimientos del sistema, ya que cuenta con salidas a relevador que servirán para energizar las lámparas indicadoras, del mismo modo se diseñó y generó una interfaz HMI que sirven para visualizar el funcionamiento del sistema, además de su parametrización, son tres los sistemas de visualización y manejo de datos más comunes, el primero es el panel de operador que es una pantalla con una representación gráfica del sistema donde el funcionamiento del sistema se puede parametrizar, visualizar el funcionamiento de la maquina y además desplegar un conjunto de mensajes de alarma que funcionan en sintonía con las señales de alerta dentro del controlador lógico programable. El segundo es el SCADA, este es un sistema mucho más completo, puesto que es un programa de computación, puede emplear los recursos de la computadora, es capaz de guardar datos de operación del equipo, por tal razón es útil para guardar el historial de funcionamiento de los generadores, y el historial de la calidad de servicio de energía eléctrica, la utilización del SCADA permite la posibilidad de hacer servicio remoto al sistema por completo, solo es necesaria la adición de módulos de software para poder acceder de forma remota al sistema de adquisición de datos. Un tercero son los módulos de comunicación para PLC basados en la tecnología TCPI, estos módulos pueden guardar dentro de sí una interfaz gráfica en java, la cual puede ser visualizada desde cualquier computadora que esté conectada a la red y cuente con un explorador de Internet. Para proyectar esta HMI que se observa en la Figura 4 se seleccionó un monitor de la serie SIMATIC HMI TP700 confort panel de la marca Siemens, ya que estos monitores están enfocados para aplicaciones simples y el costo es muy accesible.



Figura 4. Diseño de HMI

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo tras los estudios y propuesta los resultados arrojados por el análisis de costos determinan que el proyecto es rentable y factible ya que los costos al implementar control y automatización para llevar a cabo la propuesta incluyendo la mano de obra es aproximado a los \$45,000 pesos mexicanos contemplando los precios actuales del mercado, de este modo el gasto de la instalación es justificable, comparado con los gastos anuales que generan las fallas en el sistema manual, a pesar del costo de adquisición y el mantenimiento constante del sistema automático.

### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que hoy en día con los controladores lógicos programables resulta muy sencillo poner en marcha uno de estos sistemas, en este trabajo de investigación se observó que estos sistemas de transferencia ya son un poco antiguos, pues en la actualidad y con los grandes avances tecnológicos que hay es posible crearlos a través de un tarjetas para controlar el sistema y reducir el tamaño de estos equipos eliminando el PLC y con ello reduciendo aun más los costos, sin embargo la parte de potencia sigue haciéndose de la misma manera, con contactores. Con la propuesta del sistema de transferencia automático se determina que es técnicamente factible su aplicación, sin embargo, este sistema requiere un mantenimiento más riguroso comparado con un sistema manual ya que debe prever el aumento de la carga instalada como también la posibilidad de ampliaciones y modificaciones tanto del circuito eléctrico de transferencia como de los paneles de distribución, beneficiosamente el uso de PLC en lugar de una tarjeta sustituta permite cambiar con facilidad el funcionamiento del sistema por completo, solamente cambiando la programación sin necesidad de cambiar la arquitectura del mando, la reducción de costos de fabricación al reducir la cantidad de componentes necesarios en el circuito, la optimización de tiempo al localizar las fallas y repararlas gracias a la herramienta de diagnóstico, la disminución del espacio físico de los tableros, la capacidad de trabajar en red con otros sistemas inteligentes, y la recolección de datos a través de la HMI para verificar el comportamiento mecánico de los generadores.

## Referencias

- Luna, C. (2006). Transferencia y sincronización automática de generadores de emergencia en instalaciones industriales (Trabajo de graduación), Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Quintuña, C. (2012). Diseño y construcción de un tablero de transferencia automática de generadores de emergencia y monitoreo con sistema SCADA (Tesis de grado), Escuela Superior Politécnica, Ecuador.
- Boyzo, J. (2008). Cálculo y selección de un sistema de transferencia de energía eléctrica (Trabajo de Tesis), Escuela Superior De Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ciudad de México.
- Fuentes C. (2020). Propuesta de diseño de un sistema automático de transferencia de energía eléctrica para plantas generadoras (Trabajo de Tesis), Escuela Superior De Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Ciudad de México.

# Un Modelo Estocástico y Discreto para Determinar la Calidad de los Alimentos Usando Simulación

Isidro Jesús González-Hernández<sup>1</sup>, Rafael Granillo-Macías<sup>2</sup>, Jennifer Hidalgo-Montes<sup>3</sup>, Briggit Ortega-Palma<sup>4</sup>

**Resumen**— La Cadena de Suministro Agroalimentaria (CSA) establece una serie de desafíos en los procesos de producción, almacenamiento, distribución y transporte, ya que los requisitos del mercado para alimentos requieren una serie de atributos de calidad e inocuidad. En este trabajo se presenta un modelo de eventos discretos para estudiar el comportamiento de la calidad de los alimentos en términos de las variables temperatura y tiempo de manera estocástica. Se utilizó el software ProModel para simular la calidad de la fresa, considerando una ruta de distribución desde México a Estados Unidos. El modelo propuesto junto con una simulación, analizan la calidad de la fruta desde dos perspectivas: con y sin Cadena de Frío (CF). Los resultados obtenidos revelaron que, en el caso del uso de la CF, al consumirla la calidad promedio de la fresa fue del 85%. En el enfoque sin CF, los resultados revelaron que cuando la fresa llega y permanece en el centro de distribución, pierde más del 40% de su calidad. Esta propuesta puede ayudar a los involucrados en la CSA a tomar decisiones que les permitan maximizar la calidad y las ganancias, minimizar el desperdicio y controlar los niveles de inventarios.

**Palabras clave**— cadena de suministro agroalimentaria, modelo discreto y estocástico, calidad de los alimentos, simulación.

## Introducción

*La cadena de suministro agroalimentaria y la calidad de los alimentos*

El creciente desarrollo del comercio electrónico de alimentos frescos, junto con los cambios demográficos y la evolución de las normas de seguridad alimentaria dictan una creciente demanda de alimentos de alta calidad. La demanda y el suministro de alimentos es una de las áreas más dinámicas del comercio agrícola internacional. Por lo tanto, los avances tecnológicos y administrativos aplicados a la producción a nivel de huerto, la gestión postcosecha, el almacenamiento, el procesamiento y distribución, han desempeñado un papel facilitador en la cadena de suministro agroalimentaria (Miranda et al., 2014).

Casi un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia a lo largo de la cadena de suministro, lo que equivale a un total de 1.3 billones de toneladas de alimentos al año (Schanes et al., 2018), lo anterior se debe a las diversas condiciones climáticas, la demanda mundial de alimentos y la inestabilidad de los precios en los productos básicos. De tal manera que, es imprescindible prestar atención a los modelos de optimización, tecnologías y herramientas que permitan minimizar el desperdicio de alimentos.

La calidad de los alimentos se puede medir por el color, presencia o ausencia de ciertos compuestos de sabor, presencia o ausencia de ciertos microorganismos, textura, vitaminas, composición proteica, entre otros. Göransson et al. (2018) mencionan que una gran parte del desperdicio de alimentos está relacionado con las malas condiciones de temperatura en los procesos de almacenamiento y distribución. Por lo tanto, la temperatura es uno de los factores más influyentes que afectan la calidad de los alimentos; un mal control de la temperatura en la cadena de suministro puede causar hasta 35% de pérdida de productos, así como pérdidas financieras. En este trabajo se propone un modelo para evaluar la calidad de los alimentos (desde un enfoque sensorial) de forma discreta y estocástica utilizando la ecuación cinética y la ecuación de Arrhenius en términos de las variaciones de la temperatura que se presentan en las diferentes etapas de la cadena de suministro.

*Ecuación cinética y Ecuación de Arrhenius*

El modelo cinético describe la degradación de uno o varios compuestos del alimento, como la formación de propiedades no deseadas y cambios físicos (como el color). Por lo tanto, los datos cinéticos se utilizan para evaluar cómo se comporta el proceso de deterioro, considerando una constante de velocidad, a una temperatura constante.

<sup>1</sup> El Dr. Isidro Jesús González-Hernández es Profesor Investigador de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [igonzalez@uaeh.edu.mx](mailto:igonzalez@uaeh.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Rafael Granillo-Macías es Profesor Investigador de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [igonzalez@uaeh.edu.mx](mailto:igonzalez@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup> Jennifer Hidalgo-Montes es alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [hi356276@uaeh.edu.mx](mailto:hi356276@uaeh.edu.mx)

<sup>4</sup> Briggit Ortega-Palma es alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [or399260@uaeh.edu.mx](mailto:or399260@uaeh.edu.mx)

Adicionalmente, en el modelo matemático se pueden evaluar otras características sensoriales como: el color, los aromas, el sabor, volumen y peso, como se describe en la Ecuación (1) (Zhang et al., 2016).

$$\frac{dQ(t)}{dt} = -kQ(t)^n, \quad (1)$$

Donde  $Q$  es el atributo de calidad a medir,  $t$  es el tiempo,  $k$  es la constante de velocidad de la reacción química (tasa constante de pérdida de calidad) y  $n$  es el nivel de reacción. La cinética química estudia la velocidad o tasa a la que se producen las reacciones químicas en función al tiempo. En el caso de los alimentos frescos, la ecuación cinética evalúa los cambios en sus propiedades en función del tiempo; es decir, evalúa la velocidad a la que cambia la calidad de los alimentos en función de factores intrínsecos y extrínsecos.

Weiss et al. (2018) establecen que la ecuación cinética en los alimentos, sigue una reacción de orden cero, de primer y segundo orden, según las características intrínsecas de los alimentos que se van a evaluar. La solución de la Ecuación Cinética (1) para los órdenes mencionados ( $n = 0, 1, 2$ ) se muestra en la Tabla 1.

$n = 0$	$n = 1$	$n = 2$
$\frac{dQ(t)}{dt} = -kQ(t)^0$	$\frac{dQ(t)}{dt} = -kQ(t)$	$\frac{dQ(t)}{dt} = -kQ(t)^2$
$Q(t) = Q_0 - kt$	$Q(t) = Q_0 e^{-kt}$	$Q(t) = \frac{Q_0}{Q_0 \cdot k \cdot t + 1}$

Tabla 1. Soluciones a la ecuación cinética para los tres órdenes de reacción.

El patrón de la calidad para cada uno de los tres grados de reacción tiene el siguiente comportamiento: para  $n = 0$ , la degradación de la calidad tiene un ajuste lineal. Cuando  $n = 1$ , hay un ajuste a un comportamiento exponencial, y para  $n = 2$ , el ajuste es hiperbólico.

La calidad  $Q$  depende de una variable continua–tiempo  $t$  y de la constante de velocidad de reacción  $k$ . Para que el modelo sea más adecuado para determinar el comportamiento del deterioro de calidad del alimento en la cadena de suministro, resulta conveniente retomar el estudio de Harcourt & Esson (1867), el cual se centró en hacer depender  $k$ , en términos de la temperatura, tal dependencia está incluida en el modelo matemático que se expresa en la conocida ecuación de Arrhenius. El modelo de Arrhenius es el método utilizado para relacionar la velocidad de reacción química con los cambios de temperatura  $T$  sobre una velocidad de reacción  $k$ , como se muestra en la Ecuación (2).

$$k = k_A * e^{-\frac{E_A}{(R_{gas})(T)}} \quad (2)$$

Donde  $k$  es la constante de velocidad de la reacción química,  $k_A$  es el factor pre exponencial o tasa constante,  $E_A$  es la energía de activación de la reacción ( $J/mol$ ),  $R_{gas}$  es la constante ideal de los gases ( $8.314 J/mol \cdot K$ ), y  $T$  es la temperatura absoluta en escala Kelvin ( $K$ ).

### Descripción del Método

#### *Análisis matemático de la ecuación de Arrhenius*

La influencia de la temperatura sobre la tasa o velocidad de una reacción química se describe matemáticamente por la ley o ecuación de Arrhenius ( $k$ ). La ecuación de Arrhenius se inició principalmente con el tratado de Van't Hoff publicado en 1884, en donde aparece la constante de equilibrio  $K$  de una reacción, la cual está relacionada con la temperatura  $T$  y el calor de la reacción  $\Delta H$ , a través de la relación conocida como ecuación de Van't Hoff. Teniendo en cuenta la explicación del origen de la ecuación de Arrhenius, podemos reescribir las Ecuaciones (1) y (2), en el contexto en el que la variable de calidad  $Q$  depende de la temperatura  $T$ , y ésta depende del tiempo  $t$ , lo que resulta en las Ecuaciones 3 y 4 que continuación se muestran.

$$\frac{dQ[T(t)]}{dt} = -k[T(t)] \cdot Q[T(t)]^n. \quad (3)$$

$$k[T(t)] = k_a * e^{-\frac{E_A}{R \cdot T(t)}}. \quad (4)$$

Así, las soluciones de la Ecuación (3) vienen dadas por ecuaciones (5), (6) y (7), para  $n = 0, 1$  y  $2$ , respectivamente, que son generalizaciones de las soluciones de la Ecuación (1):

$n = 0$ (5)	$n = 0$ (6)	$n = 0$ (7)
$Q[T(t)] = Q_0 - \left[ k_a * e^{-\frac{E_A}{R \cdot T(t)}} \right] * t$	$Q[T(t)] = Q_0 e^{-\left[ k_a * e^{-\frac{E_A}{R \cdot T(t)}} \right] * t}$	$Q[T(t)] = \frac{Q_0}{Q_0 * \left[ k_a * e^{-\frac{E_A}{R \cdot T(t)}} \right] * t + 1}$

Los resultados anteriores permiten analizar la calidad desde un enfoque discreto, lo que conduce a un modelo matemático más robusto porque permite evaluar la calidad de los alimentos en función de las variaciones de temperatura que se producen en las diferentes etapas de la cadena de suministro con el objetivo de maximizar la calidad y tomar decisiones respecto a la cadena de frío.

*Modelación de la calidad de la fresa: Un caso de estudio*

Para analizar un caso específico del comportamiento de la calidad en un alimento a diferentes temperaturas consideramos a la fresa, la cual es altamente perecedera, ya que se pudre, pierde firmeza, cambian de color (pardeamiento) y de sabor, pocas horas después de su cosecha. Para tal caso, se consideró el trabajo realizado por Do Nascimento (2008) donde evaluó la calidad de la fresa desde el punto de vista sensorial (color) durante 8 días a diferentes temperaturas (0 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C y 20 °C) (Figura 1).

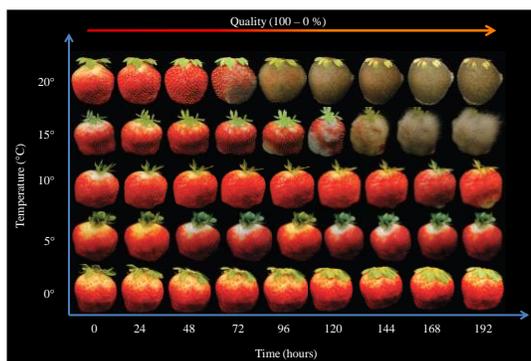


Figura 1. Calidad de la fresa a diferentes temperaturas de almacenamiento (adaptado de Do Nascimento (2008)).

Con base en el trabajo presentado por Nascimento et al. (2014), donde consideraron una escala de calificación visual de 1 a 5 para evaluar la calidad de la fresa. En este estudio, se consideró el mismo enfoque, pero se utilizó una escala de porcentajes para determinar la calidad de la fresa basada en su apariencia (color) (Figura 1). El porcentaje de 100% se consideró como la calidad más alta, mientras que 0% se considera como inadecuado para el consumo (Tabla 1). Tomando en cuenta los datos de Do Nascimento (2008), se puede considerar desde un enfoque sensorial (color) que el porcentaje de calidad de la fresa debe mantener un valor del 70% para que sea consumible.

Para establecer a qué orden de reacción cinética ( $n = 0, 1, o 2$ ) se ajustó el comportamiento de la calidad de la fresa, se aplicó el método de ajuste de datos al modelo de regresión lineal para  $n = 0$  y un modelo de regresión exponencial para  $n = 1$ , utilizando los valores presentados en la Tabla 1, el coeficiente de determinación  $R^2$  fue obtenido. Este estadístico es una medida que relaciona el orden entre la variable dependiente (calidad) y las variables independientes (tiempo y temperatura). Un valor cercano a 0 indica que no hay relación entre las variables dependiente e independiente, mientras que un valor cercano a 1 indica un perfecto ajuste del modelo con los datos experimentales.

Este procedimiento es sencillo y puede realizarse en cualquier software estadístico. Los resultados de  $R^2$  obtenidos mediante la regresión para los datos de las cinco temperaturas fueron 0 °C = 1, 5 °C = 0,9288, 10 °C = 0,9529, 15 °C = 0,9049, y 20 °C = 0,7809. Como alternativa, los resultados de  $R^2$  utilizando un modelo de regresión exponencial para las cinco temperaturas fueron 0 °C = 0,9998, 5 °C = 0,8807, 10 °C = 0,9712, 15 °C = 0,9325, y 20 °C = 0,9674. Como se ha visto en los valores anteriores de  $R^2$ , el comportamiento de la calidad se ajustó al orden de reacción  $n = 1$ .

Tiempo (h)	Temperatura				
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C
	Calidad (%)				
0	100	100	100	100	100
24	99	98	85	80	75
48	98	95	67	60	55
72	97	91	54	45	30
96	96	86	43	30	15
120	95	80	29	15	9
144	94	73	20	9	4
168	93	65	15	4	2
192	92	56	10	2	1

Tabla 1. Porcentaje de calidad de las fresas.

Una vez que se determinó el orden de reacción, los valores de la ecuación de Arrhenius deben obtenerse; en la Ecuación (12). Considerando la ecuación de Arrhenius de forma logarítmica  $\ln K = \ln K_A - E_A/R_{gas} * 1/T$  y los cambios en la variable  $x = 1/T$  y  $y = \ln k$ , utilizando el método de regresión lineal con  $y = b + mx$ , donde  $b = \ln k_A$  y  $m = -E_A/R_{gas}$ , se obtiene una solución  $y = 52.874 - 16446 x$  cuya gráfica se muestra en la Figura 2.

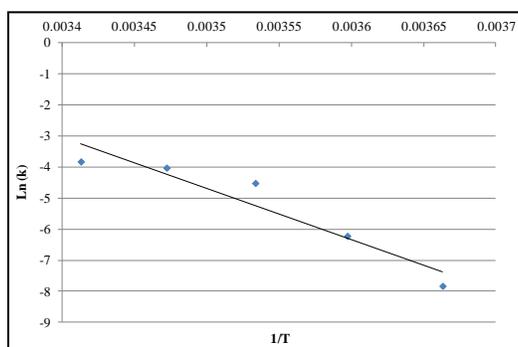


Figura 2. Regresión lineal para obtener la ecuación de Arrhenius.

Por lo tanto, el modelo para determinar la calidad de la fresa es el siguiente (Ecuación 8):

$$Q[T] = 100 e^{-\left[ (9.18092E+22) * e^{-\frac{136.66626}{0.00831 * T}} \right] * t} \tag{8}$$

*Modelo discreto y estocástico para evaluar la calidad de los alimentos*

Debido a que a lo largo de una ruta de distribución la temperatura varía en toda la trayectoria, teniendo o no la infraestructura de una cadena de frío, es conveniente abordar las soluciones de las ecuaciones cinéticas y de Arrhenius desde un enfoque discreto y estocástico. La solución de las Ecuaciones 5 y 6 se ha modelado de forma discreta en función de los valores de temperatura  $T(t_i)$  dados, por lo que se obtuvieron las Ecuaciones 9 y 10 obtenidas:

$$Q[T(t_i)] = Q_0 - \sum_{i=1}^m \left( k_A e^{-\frac{E_A}{(R_{gas})(T_{t_i}^{F(x)})}} \right) t_{t_i}^{F(x)} \tag{9}$$

$$Q[T(t_i)] = Q_0 e^{-\sum_{i=1}^m \left( k_A e^{-\frac{E_A}{(R_{gas})(T_{t_i}^{F(x)})}} \right) t_{t_i}^{F(x)}} \tag{10}$$

*Simulación de la calidad de la fresa en la cadena de suministro*

La técnica de simulación de eventos discretos tiene la ventaja de modelar aspectos dinámicos y estocásticos que la programación matemática no tiene en cuenta. Dado que el tiempo y la temperatura no pueden considerarse constantes en todos procesos de recolección, envasado, almacenamiento, distribución y venta al cliente final, esta técnica de simulación permite modelar el tiempo y la temperatura estocásticamente. Para modelar la cadena de

suministro se consideraron algunas etapas, procesos y temperaturas presentadas en el trabajo de Besik & Gurney (2017), ver Figura 3.

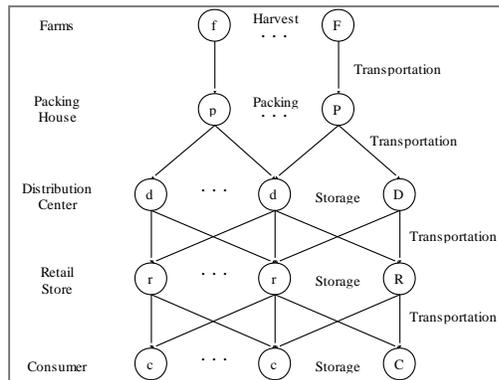


Figura 3. Cadena de suministro de fresa.

Rodríguez-Gutiérrez et al. (2018) afirmaron que los Estados Unidos es el principal productor de fresas con el 12,2% de la producción mundial, seguido de México, Turquía y España. Para simular el comportamiento de la calidad de la fresa, vamos a considerar el mercado entre México y Estados Unidos, ya que, México es el principal proveedor de fresas en el Estados Unidos. Las fresas importadas desde México, representan aproximadamente el 95% del total de las fresas importadas en el mercado estadounidense. En este estudio, la ruta de exportación de fresas que se consideró va desde el sitio de producción en Michoacán, México, a través de la frontera de Otay, Mesa; frontera entre Tijuana y San Diego, para ser distribuida y consumirla en varias ciudades de California, Estados Unidos. Los tiempos de transporte que se consideraron para la simulación se tomaron con base en los datos presentados por Google maps y Truck Router de acuerdo a la ubicación de las instalaciones y la carga de transporte. Para la simulación se utilizó la Distribución Normal Estándar  $N(\mu, \sigma)$  para simular las temperaturas; para el caso de los tiempos de traslado se consideró la Distribución Uniforme Continua  $U(a, b)$ . Para la simulación utilizó el software ProModel. La Figura 4 muestra el código que evalúa la calidad del producto dentro del modelo de simulación para un proceso de la cadena de suministro.

```

1 //Evaluating strawberry quality in the packinghouse process
2 // "KA", "EA", and "Rgas" are declared as a global variable in the simulation
3
4 KA = EXP(52.874)
5 EA = 136.66626
6 Rgas = 0.00831
7 Harvest = 100
8 Quality = 100
9 //Download and inspection of the product in the packhouse
10 Tpo_inicio = CLOCK(HR)
11 WAIT U(4.25, 0.25) hr
12 Tpo_final = CLOCK(HR)
13 Tpo_1 = Tpo_final - Tpo_inicio
14 Arrhenius_1 = (KA*EXP(-(EA/(Rgas*(N(283.15, 1.5))))))*Tpo_1
15 Packinghouse = 100*EXP(-(Arrhenius_1))
16
17 Quality = Packinghouse
    
```

Figura 4. Simulación de la calidad de los alimentos.

### Resultados y discusión.

Para ejemplificar la propuesta de la Ecuación 10, se simuló el comportamiento de la calidad de la fresa desde dos enfoques: considerando la cadena de frío y sin refrigeración. En la simulación se realizaron 15 réplicas para cada uno de los enfoques. Además, la Ecuación 10 debe tomar valores específicos del comportamiento de la fresa; en este caso, se utilizaron los datos de la Ecuación (8) para obtener como resultado la Ecuación (11), este modelo se consideró en cada uno de los procesos de la cadena de suministro. La ventaja de esta simulación es que la calidad de los alimentos puede evaluarse en cualquier etapa y momento de la cadena.

$$Q[T(t_i)] = 100e^{-\sum_{i=1}^m \left( (9.18092E+22)*e^{-\frac{136.66626}{0.00831*T_i^{N(\mu,\sigma)}}} \right) t_i^{U(a,b)}} \quad (11)$$

Los resultados generados por la simulación considerando cadena del frío, revelaron que la calidad de la fruta después de 6 días se mantuvo en buenas condiciones y era apta para ser consumida. La calidad en la empresa empacadora se mantiene en un promedio del 96.56%, mientras que en el centro de distribución disminuyó a aproximadamente hasta el 92%, en el almacén del minorista fue del 90.54%, y en el en el almacén del minorista del 85.25% en el almacén del minorista. Para el caso de la simulación sin considerar cadena del frío, la calidad de la fresa disminuyó más de un 30% después de 60 horas y, al llegar a las 120 horas, la fruta ya no era apta para el consumo. Si la fruta se distribuye y almacena en condiciones no refrigeradas, pierde más del 40% de su calidad antes de llegar al centro de distribución.

La ventaja de utilizar la ecuación cinética y la de Arrhenius de forma discreta y estocástica junto con la simulación de eventos discretos como herramienta aplicable para determinar la calidad de los alimentos frescos, permite modelar parámetros dinámicos y estocásticos específicos. Esta propuesta tiene la flexibilidad de aplicarse a cualquier fruta, verduras, o diferentes tipos de carnes. Además, permite el análisis del impacto que la variación de la temperatura tiene en la calidad de los alimentos cuando se utiliza en una cadena de frío y cuando no hay refrigeración en la cadena de suministro. Además puede servir como base para crear otros modelos que permitan robustecer cadenas de suministro de diferentes alimentos donde se enfatice la solución a algunos desafíos relevantes tales como: i) minimizar el desperdicio de alimentos, ii) asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, iii) minimizar el consumo de energía en la cadena frío, iv) eficientar los niveles de inventario en cada una de las etapas de la cadena, v) mejorar las redes (rutas) de distribución, vi) minimizar los costos operativos y logísticos, y vii) maximizar las ganancias de los involucrados.

### Conclusiones

La distribución de alimentos a lo largo de toda la cadena de suministro está bajo diferentes factores estocásticos, que afectan a la calidad de los alimentos, principalmente debido a las variables de temperatura y tiempo. En este estudio, se propuso utilizar un enfoque discreto y estocástico para modelar la calidad de los alimentos después de la cosecha utilizando la ecuación de Arrhenius y la ecuación cinética. Los resultados de este enfoque son los modelos (20) y (21), los cuales permiten usar las variables de temperatura y tiempo como variables estocásticas. Además, esta propuesta permite evaluar la calidad de los alimentos en cualquier etapa de la cadena de suministro. La ventaja de los modelos propuestos es que tienen la flexibilidad de ser aplicados a cualquier fruta, verdura o carne, y pueden utilizarse en modelos de programación matemática o en modelos simulación en los que se considere la cadena de frío o en los casos en los que no hay equipos de refrigeración en la cadena.

### Referencias

- Besik, D. y Gurney, A. "Quality in competitive fresh produce supply chains with application to farmers' markets," *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 60, 2017.
- Do Nascimento, N.M.C. "Soft Fruits and Berries." En: Do Nascimento NMC. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables, p. 167-174, 2008.
- Göransson, M., Nilsson, F. y Jevinger, A. "Temperature performance and food shelf-life accuracy in cold food supply chains – Insights from multiple field studies." *Food Control*, Vol. 86, 2018.
- Harcourt, A. y Esson, W. "On the Laws of Connexion between the Conditions of a Chemical Change and Its Amount." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 157, 1867.
- Miranda, A.M.A., Fernández, L.G., Azzaro, P.C. y Aguilar, L.A.A. "A Multi-Objective Modeling and Optimization Framework for Operations Management of a Fresh Fruit Supply Chain: A Case Study on a Mexican Lime Company." En: Valadi, J. y Siarry, P. Applications of metaheuristics in process engineering, Springer, p. 373-394, 2014.
- Schanes, K., Dobernick, K. y Gozet, B. "Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 180, 2018.
- Weiss, D., Stangierski, J., Baranowska, H.M. y Rezler, R. "Kinetic models of quality parameters of spreadable processed Gouda cheese during storage." *Food Science and Biotechnology*, Vol. 27, 2018.
- Zhang, H., Tang, Z., Rasco, B., Tang, J. y Sablani, S.S. "Shelf-life modeling of microwave-assisted thermal sterilized mashed potato in polymeric pouches of different gas barrier properties." *Journal of Food Engineering*, Vol. 183, 2016.

# Impacto de la Pandemia de COVID-19 sobre la Composición Corporal en Estudiantes Universitarios

Dra. Claudia Elena González Sandoval<sup>1</sup>, María Fernanda Garibay López<sup>2</sup>, Dra. Yolanda Díaz Burke<sup>3</sup>, Dra. Claudia Verónica Mederos Torres<sup>4</sup>, Dra. Ma. Gloria Gómez Sánchez<sup>5</sup>, Dra. María Luisa Muñoz Almaguer<sup>6</sup>, Dra. Rosario Lizette Uvalle Navarro<sup>7</sup>

**Resumen**— Para evitar la propagación de COVID-19, se cerraron las instituciones educativas y se implementó la educación en línea desde casa implementado por escuelas y universidades, y los padres en realidad se convirtieron en maestros sustitutos. Los cierres de instalaciones interrumpieron los servicios relacionados con las practicas alimenticias y actividad física, así como cambios en el peso corporal, aumento del sedentarismo. En este artículo se comparan parámetros antropométricos en estudiantes previo a la pandemia de COVID-19 y después de la misma donde se captaron un total de 247 estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, en periodo de tiempo de prepandemia y en tiempo postpandemia. Donde no se observaron diferencias en IMC, sin embargo, se observó una tendencia a una elevación en valores de CA, lo cual podría deberse al patrón de acumulación de grasa siendo mayor en la zona visceral.

**Palabras clave**— Índice de masa corporal, circunferencia de cintura, estudiantes.

## Introducción

Después de ser reportado por primera vez en Wuhan, China, en diciembre de 2019, el brote de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), causado por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARSCoV-2) caracterizó la nueva cepa de coronavirus que causa una variedad de síntomas que incluyen fiebre, escalofríos, tos, dificultad para respirar, fatiga, dolor de cabeza, pérdida de sabor u olfato, dolor de garganta, congestión, náuseas, vómitos y diarrea (Garry et al., 2020). Esta fue caracterizada como una pandemia por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo de 2020, tras su difusión mundial. A nivel mundial, se han informado alrededor de 530 millones de casos; de los cuales, hubo aproximadamente 6,3 millones de muertes.

La pandemia con el potencial de causar morbilidad y mortalidad considerables, afectando a las personas y a los sistemas de atención de la salud globalmente, la mayoría de los países siguieron medidas restrictivas como el cierre de espacios culturales, prohibición de eventos sociales, confinamiento en el hogar y encierro para prevenir la transmisión de la enfermedad y contener el brote de COVID-19 (Jalal et al., 2021). Teniendo en cuenta las numerosas incógnitas que rodean al COVID-19, así como la ausencia de tratamiento, se optaron sucesivamente estrictas medidas de confinamiento para reducir la transmisión y la sobrecarga de hospitales y sistemas de salud (Deschasaux-Tanguy et al., 2020).

Los cierres de escuelas o campus interrumpieron los servicios relacionados con las practicas alimenticias y actividad física, así como cambios en el peso corporal, aumento del sedentarismo (Yang et al., 2020). La reducción de la actividad de estudiantes por confinamiento pudo alterar su índice de masa corporal (IMC). Uno de los principales contribuyentes comunes a la obesidad y sobrepeso es la inactividad física, que podría ser promovida o retrasada por diversos factores

<sup>1</sup> Claudia Verónica Mederos Torres PhD es Profesora de Bioestadística en la Universidad de Guadalajara. [claudia.mederos@academicos.udg.mx](mailto:claudia.mederos@academicos.udg.mx) (autor corresponsal)

<sup>1</sup> La Dra. Claudia Elena González Sandoval es Profesora de Bioquímica en la Universidad de Guadalajara. [claudia.gsandoval@academicos.udg.mx](mailto:claudia.gsandoval@academicos.udg.mx)

<sup>2</sup> La alumna María Fernanda Garibay López es estudiante de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo en la Universidad de Guadalajara. [maria.garibay7405@alumnos.udg.mx](mailto:maria.garibay7405@alumnos.udg.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Yolanda Díaz Burke es Profesora de Fisiología en la Universidad de Guadalajara. [yolanda.diaz@academicos.udg.mx](mailto:yolanda.diaz@academicos.udg.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Ma. Gloria Gómez Sánchez es Profesora de Criminalística en la Universidad de Guadalajara. [gloria.gomez@academicos.udg.mx](mailto:gloria.gomez@academicos.udg.mx)

<sup>6</sup> La Dra. María Luisa Muñoz Almaguer es Profesora de Toxicología en la Universidad de Guadalajara. [maria.malmaguer@academicos.udg.mx](mailto:maria.malmaguer@academicos.udg.mx)

<sup>7</sup> La Dra. Rosario Lizette Uvalle Navarro es Profesora de Biología Celular en la Universidad de Guadalajara. [rosario.uvalle@academicos.udg.mx](mailto:rosario.uvalle@academicos.udg.mx)

ambientales. Con predicciones recientes que indican que la pandemia de COVID-19 podría afectar negativamente el estilo de vida de las personas con bajos niveles de actividad física y el aumento del comportamiento sedentario, dando como resultado un grave efecto perjudicial sobre la salud si estas manifestaciones conductuales persisten (Bentlage et al., 2020).

La Consulta de Expertos sobre Obesidad de la OMS de 1997 reconoció la importancia de la masa grasa abdominal (denominada obesidad abdominal, central o visceral), que puede variar considerablemente dentro de un rango estrecho de grasa corporal total e IMC. También se destaca la necesidad de otros indicadores para complementar la medición del IMC, esto para identificar a las personas con mayor riesgo de morbilidad relacionada con la obesidad debido a la acumulación de grasa abdominal (OMS, 2000). El IMC se utiliza para identificar el sobrepeso y la obesidad, mientras que el índice cintura-cadera (ICC) y la circunferencia de cintura (CC) son empleados como indicadores de adiposidad corporal central. El índice cintura-cadera (es decir, la circunferencia de la cintura dividida por la circunferencia de la cadera) fue sugerido como una medida adicional de la distribución de la grasa corporal. La relación es medida con mayor precisión que los pliegues de la piel, y proporciona un índice tanto subcutáneo como tejido adiposo intra-abdominal. El índice cintura cadera (ICC) es utilizado comúnmente en adultos como una medida de distribución de grasa corporal. Para calcular el ICC se divide la circunferencia de la cintura o abdominal entre la circunferencia de la cadera, un valor  $> 0.9$  en hombres y valor  $> 0.85$  en mujeres indica obesidad abdominal.

La OMS recomienda hacer la medición de la circunferencia de la cintura en el punto medio entre la costilla flotante y la cresta ilíaca, y esta ser registrada en centímetros. Los valores obtenidos indican que riesgo aumenta si la circunferencia de cintura mide  $>80$  centímetros en mujeres y  $>90$  centímetros en el caso de los hombres. Este es un indicador del tejido adiposo en cintura y en el área abdominal. Por otro lado, la circunferencia de la cadera es indicador del tejido adiposo sobre glúteos y cadera.

Los parámetros para medir la composición corporal, están basados básicamente en las medidas antropométricas peso y la talla, debido a que resultan fáciles de medir, de bajo costo y no invasivos (Bauce, 2022). La medida de la circunferencia de la cintura ha sido recomendada en el área de la salud como predictor de riesgo cardiometabólico asociado a la adiposidad central, tanto en la práctica clínica como en estudios epidemiológicos.

El aumento del estado del IMC está altamente relacionado con el desarrollo de complicaciones graves de COVID-19. Se ha demostrado que los cambios en el peso corporal, ya sea la obesidad o el bajo peso, son importantes factores de riesgo relacionados con la salud. De hecho, la nutrición (es decir, la dieta, la actividad física, el estado del peso) se encuentra entre los principales factores modificables en relación con el riesgo de enfermedades crónicas (por ejemplo, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, cáncer). El índice de masa corporal (IMC), también conocido como el índice de Quetelet II, es una relación entre el peso y altura del cuerpo, calculada como la relación entre el peso del cuerpo en kilogramos al cuadrado de la altura en metros. El IMC ayuda a estimar el riesgo de bajo peso y obesidad de la persona examinada. Estos fenómenos pueden estar asociado con el desarrollo de enfermedades clasificadas como enfermedades de la civilización, como lo son la diabetes, derrame cerebral, aterosclerosis, hipertensión y trastornos alimenticios.

Se deben considerar las limitaciones clínicas del IMC porque es una medida del exceso de peso y no del exceso de grasa corporal. Factores como la edad, el sexo, el origen étnico y la masa muscular pueden influir en la relación entre el IMC y la grasa corporal. Además, el IMC no distingue entre exceso de grasa, músculo, o masa ósea, ni proporciona ninguna indicación de la distribución de grasa entre individuos. La desventaja del IMC es que es imposible distinguir el tejido muscular del tejido adiposo, que, en deportistas, especialmente en aquellos que practican deportes de fuerza, puede ser engañoso y malinterpretado. Para adultos mayores de 20 años, el IMC se interpreta utilizando estándares de estado de peso estándar que son iguales para todas las edades y para hombres y mujeres. El estándar de estado de peso asociadas con los rangos de IMC para adultos son:  $< 18.9$  = peso bajo,  $18.50$  a  $24.99$  = peso normal,  $25.00$  a  $29.99$  = sobrepeso,  $30.00$  a  $34.99$  = obesidad leve,  $35.00$  a  $39.99$  = obesidad media,  $> 40.0$  = obesidad mórbida. Las investigaciones han demostrado que las personas con un IMC más alto tienen más probabilidades de experimentar problemas de salud relacionados con la obesidad. El aumento del IMC se ha asociado con una disminución del bienestar psicológico, la reducción de la integración social, la estigmatización y una baja autoestima.

Debido a que ninguna medida de grasa corporal individual distingue claramente la salud de la enfermedad o el riesgo de enfermedad, el IMC debe servir como la detección inicial de sobrepeso y obesidad para adultos. Los proveedores de atención médica deben reconocer otros factores, como la distribución de grasa, genética y el nivel de condición física contribuyen a la evaluación del riesgo de enfermedad de un individuo.

Es igualmente necesario investigar si estos cambios se agrupan a través de las características individuales y si están asociadas con desigualdades sociodemográficas y económicas. En México se está viviendo una transición nutricional, de una alta prevalencia de desnutrición a una predominancia de enfermedades crónico-degenerativas relacionadas con la dieta, ya que (sobre todo en las ciudades) se ha pasado de una dieta rica en verduras, frutas, cereales y leguminosas a una dieta rica en grasas y azúcares refinados, además, aunado a un estilo de vida sedentario (Rivera, J. A., 2004).

En los hallazgos obtenidos no se observaron diferencias en el IMC ya que es una medida deficiente de la adiposidad. Es por ello que se plantean medidas alternativas, como la circunferencia de la cintura y la relación cintura-cadera, los cuales han demostrado una imagen oportuna y más completa del impacto de la pandemia de COVID-19 sobre la obesidad y los patrones de actividad entre los estudiantes. Se menciona que los estudiantes universitarios son un grupo vulnerable desde el punto de vista nutricional, ya que se distinguen por la omisión de comidas con frecuencia y la preferencia del consumo de comidas rápidas. El objetivo del presente estudio fue comparar parámetros antropométricos en estudiantes previo a la pandemia de COVID-19 y después de la misma

### Descripción del Método

Se captaron estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, en periodo de tiempo de prepandemia (enero a marzo 2020) y en tiempo postpandemia (enero a junio 2022), de edades entre 18 a 25 años. Se dieron a conocer los criterios de inclusión y aquellos que cumplían se citaron en el Laboratorio de Bioquímica perteneciente al mismo centro universitario.

Para este estudio se realizaron mediciones antropométricas de peso, estatura, circunferencia de cintura y cadera. El peso fue obtenido con una báscula TANITA 30-A, mientras que la estatura se midió con un escalímetro. El IMC fue calculado con estos datos, utilizando la fórmula de la OMS.  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m)}^2$ . La circunferencia de cintura y cadera fueron medidas con ayuda de una cinta métrica en cada voluntario y con ellas se realizó el cálculo de ICC.

### Resultados

Se captaron un total de 297 voluntarios. De los cuales 145 fueron captados antes de pandemia, y el resto (142) después de la pandemia. De los voluntarios prepandemia 49 son hombres y 96 mujeres. Mientras que, del grupo postpandemia se tienen 51 hombres y 91 mujeres.

Los datos descriptivos se muestran a continuación en el cuadro 1.

<i>Variable</i>	<i>General (n=287)</i>	<i>Mujeres (n=187)</i>	<i>Hombres (n=100)</i>
<i>IMC</i>	25.23 ± 5.09	24.58 ± 4.58	26.87 ± 5.97
<i>CA</i>	85.39 ± 14.15	82.15 ± 11.95	91.52 ± 15.89
<i>ICC</i>	0.91 ± 0.17	0.90 ± 0.20	0.94 ± 0.11
<i>PAS</i>	115.38 ± 10.40	113.74 ± 9.45	118.44 ± 11.40
<i>PAD</i>	75.95 ± 10.83	74.42 ± 10.78	78.85 ± 10.38

Cuadro 1. Resultados descriptivos de la población general y separado por género.

En los resultados se puede observar que las diferentes variables se encuentran diferente entre hombres y mujeres, principalmente la Circunferencia abdominal, esto es normal debido a las diferencias fisiológicas entre estos.

Posteriormente, se realizó la comparación separando a los voluntarios en ambos grupos. Los resultados se muestran a continuación en el cuadro 2.

<i>Variable</i>	<i>Grupo prepandemia (n=145)</i>	<i>Grupo postpandemia (n=142)</i>	<i>Valor p</i>
<i>IMC</i>	24.67 ± 5.05	24.11 ± 4.89	0.3439
<i>CA</i>	83.71 ± 14.3	86.20 ± 14.3	0.1427
<i>ICC</i>	0.85 ± 0.13	0.92 ± 0.19	<0.0000*
<i>PAS</i>	115.66 ± 10.73	115.05 ± 10.05	0.9855
<i>PAD</i>	76.8 ± 9.96	75.07 ± 11.62	0.2556

Cuadro 2. Comparación entre el grupo pre y post pandemia.

Observamos valores de IMC similares en ambos grupos siendo postpandemia (24.6) y en prepandemia (24.1). Para circunferencia de cintura observamos valores más altos en estudiantes postpandemia (86.2) comparados con los prepandemia (83.7) sin ser estadísticamente significativo ( $p=0.1427$ ). En ICC de igual manera se encontraron valores mayores en estudiantes postpandemia (0.92) que en prepandemia (0.85), siendo estadísticamente significativo con un valor de  $p<0.0001$ .

Estos datos nos muestran que los estudiantes al tener menor acceso y posibilidad de realizar actividad física su patrón de acumulación de grasa se vio incrementado en la zona abdominal, lo que significa que podría ser grasa visceral. Para ello se requerirán estudios más especializados. El ICC por su parte ha sido utilizado para evaluar el riesgo cardio metabólico y se espera un valor en 0.65 – 0.85, un valor mayor a este significa un riesgo moderado y si es mayor a 1 sería un riesgo elevado. En el grupo postpandemia se observa un nivel dentro del riesgo moderado, por lo que se debe realizar una evaluación más profunda del riesgo cardiovascular en estos.

### Conclusión.

No se observaron diferencias en IMC, sin embargo, se observó una tendencia a una elevación en valores de CA, lo cual podría deberse al patrón de acumulación de grasa siendo mayor en la zona visceral.

### Referencias

- Bauce G, Moya-Sifontes M. Relación entre el porcentaje de grasa corporal y otros indicadores antropométricos de obesidad en adultos con hígado graso. *Rev Digit Postgrado*. 2019.
- Bentlage, E., Ammar, A., How, D., Ahmed, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., et al. Practical Recommendations for Maintaining Active Lifestyle during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2020.
- Bigaard J, Frederiksen K, Tjonneland A, et al. Waist circumference and body composition in relation to all-cause mortality in middle-aged men and women. *Int J Obes*. 2005.
- Deschasaux-Tanguy, Mélanie et al. "Diet and physical activity during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) lockdown (March-May 2020): results from the French NutriNet-Santé cohort study." *The American journal of clinical nutrition* vol. 113,4. 2021.
- Garry S, Abdelmagid N, Baxter L, et al. Considerations for planning COVID-19 treatment services in humanitarian responses. *Confl Health*. 2020.
- Gámez Rosales, Alicia , & González González, Lorena , & del Campo Cervantes, Judith Martín. Relación entre el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura en universitarios. *Investigación y Ciencia*. 2015
- Jalal, S. M., Beth, M., Al-Hassan, H., & Alshealah, N. Body Mass Index, Practice of Physical Activity and Lifestyle of Students During COVID-19 Lockdown. *Journal of multidisciplinary healthcare*. 2021.
- Keel PK, Gomez MM, Harris L, Kennedy GA, Ribeiro J, Joiner TE. Gaining "The Quarantine 15:" Perceived versus observed weight changes in college students in the wake of COVID-19. *Int J Eat Disord*. 2020.
- Kyle, U. G.; Schutz, Y.; Dupertuis, Y. M. & Pichard, C. Body composition interpretation. Contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*, 2003.
- Rivera, Juan A et al. "Nutrition transition in Mexico and in other Latin American countries." *Nutrition reviews* vol. 62,7 Pt 2. 2004.
- Rodríguez Valdés, Sebastián, Donoso Riveros, Daniel, Sánchez Peña, Erick, Muñoz Cofré, Rodrigo, Conei, Daniel, del Sol, Mariano, & Escobar Cabello, Máximo. Uso del Índice de Masa Corporal y Porcentaje de Grasa Corporal en el Análisis de la Función Pulmonar. *International Journal of Morphology*. 2019.

Vazquez G, Duval S, Jacobs DR Jr, Silventoinen K. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiol Rev.* 2007.

Wellens RI, Roche AF, Khamis HJ, Jackson AS, Pollock ML, Siervogel RM. Relationships between the body mass index and body composition. *Obes Res.* 1996.

Yang, S., Guo, B., Ao, L., Yang, C., Zhang, L., Zhou, J., & Jia, P. Obesity and activity patterns before and during COVID-19 lockdown among youths in China. *Clinical obesity.* 2020.

# Análisis de Microdureza sobre Probetas de Acero Grado Estructural A36, Endurecidas por Cementación Sólida Utilizando Carbón a Base de Hueso de Aguacate y Cáscara de Huevo como Activador Ecológico

MC. Jose Antonio Gonzalez Vazquez<sup>1</sup>, MI. Jorge Armando De Los Santos Rodriguez<sup>2</sup>,  
MI. Martín Maldonado Chacón<sup>3</sup> y MC. Dulce Magdalena Martínez Almendariz<sup>4</sup>

**Resumen**— Este proyecto se llevó a cabo el análisis de microdureza de tres probetas de acero A36, endurecidas superficialmente por un proceso de cementación sólida a 970°C, dentro de un horno de inducción, a tres tiempos distintos de permanencia 2, 3 y 5 horas, utilizando carbón de hueso de aguacate como agente cementante y cáscara de huevo como activador, con el fin de aumentar la dureza y resistencia superficial. Se prepararon tres probetas de acero A36 con dimensiones de 4 mm x 10 mm x 30 mm, que se depositaron en el interior de tres cajas metálicas diferentes de cementación. En el interior de las tres cajas, se colocó una mezcla compuesta de 80% de hueso de aguacate carbonizado y 20% de cáscara de huevo. Se introdujeron a diferentes tiempos de permanencia cada una. Esto aumentó la dureza superficial en la muestra 2 con respecto a la muestra 1 y 3.

**Palabras clave**—Cementación sólida, endurecimiento superficial, difusión sólida.

## Introducción

Los aceros son materiales que poseen muchas ventajas en cuanto a propiedades mecánicas, resistencia a diversos esfuerzos mecánicos bajo los cuales son sometidos y poseen muy alta soldabilidad. Sin embargo, cuando se trata del desarrollo tecnológico de materiales resistentes al desgaste, los aceros bajo carbono no son los ideales, ya que poseen baja dureza lo que impide que sean sometidos a esfuerzos abrasivos metal con metal y metal con piedra (Gonzalez, 2020). La innovación de procesos de endurecimiento superficial es crucial para el desarrollo de nuevos materiales resistentes al desgaste, ya que al aumentar su dureza superficial utilizando procesos termoquímicos basados en el principio de difusión sólida, esto contribuirá a mejorar aceros suaves grados comerciales bajo carbono (McCormac, 1999).

Los aceros estructurales se obtienen al combinar el hierro, carbono y pequeñas proporciones de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le contribuyen un conjunto de propiedades determinadas (McCormac, 1999). El acero laminado en caliente, elaborado con fines estructurales, se le nombra acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 250 MPa, eso es igual a 2549.29 Kg/cm<sup>2</sup>. Es el resultado de la aleación de hierro y carbono. En los aceros al carbono comunes, el hierro constituye más del 95%. Pueden estar presentes en pequeñas cantidades; azufre, oxígeno, silicio, nitrógeno, fósforo, manganeso, aluminio, cobre y níquel (Antonio, 2020). Estos aceros tienen como principales elementos aleantes el carbono y el magnesio en cantidades cuidadosamente dosificadas. Los aceros al carbono tienen sus contenidos limitados a los siguientes porcentajes máximos: 1.76% de carbono, 1.65% de manganeso, 0.60% de silicio y 0.60% de cobre. El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en la construcción, la manufactura y muchas otras industrias, además de su bajo costo (Antonio, 2020), y su fácil obtención en la localidad de Monclova Coahuila. En relación con trabajos previos la propiedad intrínseca de dureza en este tipo de acero es muy baja, en un rango de 0.17 a 0.19% de contenido de carbono, muestra microestructuras ferríticas y perlíticas con una carga de rotura(R) = 40-42,5 kg/mm<sup>2</sup>, dureza HB = 112 a 118, y el límite de fatiga (f) = 23 kg/mm<sup>2</sup>, donde comprueba que el límite de fatiga es óptimo (McCormac, 1999). Pero en este grado de acero las mediciones de dureza son bajas por lo cual esto nos indica una mínima resistencia al desgaste mecánico y un alto nivel de maquinabilidad por arranque de viruta, lo cual se adecua para el diseño y fabricación de engranajes por el proceso de maquinado.

El proceso de cementación química es un método que consiste en aumentar el contenido de carbono en la superficie de la pieza de acero, rodeándolas con un medio carburante y un agente activador que acelerará la reacción y formación

<sup>1</sup>MC. Jose Antonio Gonzalez Vazquez es Profesor de Ingeniería de Materiales en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [jose.antonio.gonzalez@utrcc.edu.mx](mailto:jose.antonio.gonzalez@utrcc.edu.mx)

<sup>2</sup>MI. Jorge Armando De Los Santos Rodriguez es Profesor de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [jorge.delossantos@utrcc.edu.mx](mailto:jorge.delossantos@utrcc.edu.mx)

<sup>3</sup>MI. Martín Maldonado Chacón es Profesor de Ingeniería de Procesos en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [martin.maldonado@utrcc.edu.mx](mailto:martin.maldonado@utrcc.edu.mx)

<sup>4</sup>MC. Dulce Magdalena Martínez Almendariz es Profesora de Ciencias Básicas en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [dulce.martinez@utrcc.edu.mx](mailto:dulce.martinez@utrcc.edu.mx)

de óxido de carbono (CO), manteniendo todo el conjunto durante un tiempo a elevada temperatura (Piñeros, 2016). Se pueden usar cementantes sólidos, líquidos y gaseosos, oscilando la duración de la temperatura de permanencia dentro de la mufla, de 6 a 10 horas con sólidos, 1 a 6 horas en caso de sales o líquidos y de una hora con cementantes gaseosos (Ojeda, 2018). La cementación, carburización o endurecimiento superficial es fundamentada en las leyes de la difusión atómica, en donde el carbono atómico se difunde, desde una atmósfera enriquecida con este hacia el interior de una superficie metálica, preferentemente un acero al carbono de bajo contenido. La literatura reporta que concomitante a la cementación, el tratamiento térmico como el templado y el revenido se hacen necesarios para “fijar” hacia el núcleo de la pieza tratada, la dureza debida a la aplicación de la carburización (Salazar, 2017).

En la cementación sólida suelen emplearse materiales como agentes cementantes tales como el carbón vegetal, carbón coque (Ojeda, 2018). y coque de petróleo (Uxa, 2016). En estudios recientes se ha demostrado que se puede utilizar carbón a base de cáscara de naranja (Reyes, 2019), cascara de papa, eucalipto y shihuahuaco (Vivas, 2014), demostrando alta eficiencia en el endurecimiento superficial de aceros suaves, dándole uso a elementos orgánicos que se son encontrados en la mayoría de los hogares. Los resultados de los estudios previamente mencionados fueron determinados por medio de microscopía óptica y análisis de microdureza, para observar los cambios microestructurales generados y el incremento de la dureza superficial en las piezas metálicas después de ser sometidas al proceso de cementación y tratadas térmicamente utilizando temple y revenido.

En el proceso de endurecimiento por cementación suele emplearse además del material cementante, activadores de reacción tales como carbonato de bario (Ba), calcio (Ca) y sodio (Na) (Amaya, 2019). Con el fin de formar una atmósfera con alto contenido de óxido de carbono (CO), acelerar y mejorar la difusión atómica de carbono en la superficie del acero.

### Descripción del Método

#### *Metodología y estrategia de ejecución*

El diagrama de flujo representado a continuación muestra cada una de las actividades que se desarrollaron. La preparación de las muestras, así como los ensayos mecánicos de microdureza superficial que se realizaron a cabo de acuerdo con los estándares establecidos en la norma ASTM E384 Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials. ASTM Stand, 1-43, ver Figura 1.

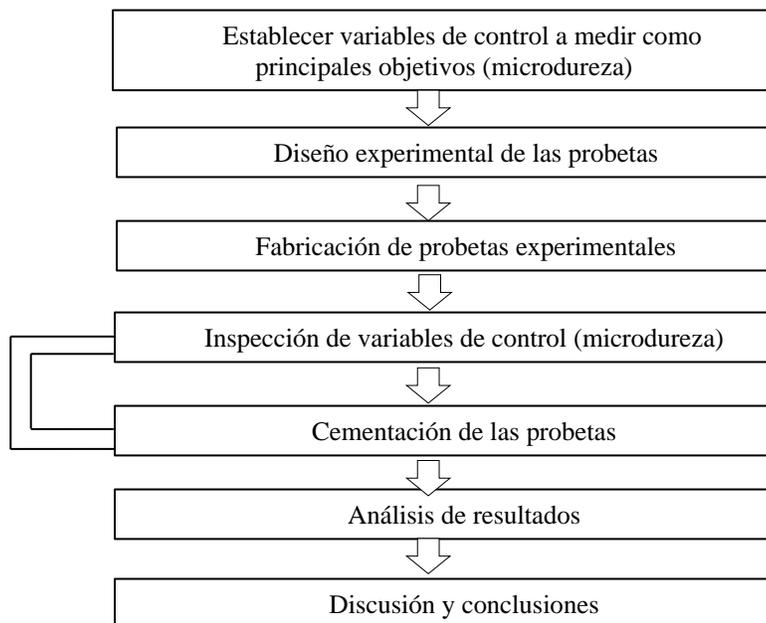


Figura 1. Diagrama de flujo de las actividades realizadas en este estudio

### Diseño de probetas

Se utilizaron 4 probetas de acero grado comercial ASTM A36, con las siguientes especificaciones, 0.4 centímetros de espesor x 1 centímetro de ancho x 3 centímetros de largo, ver Figura 2.

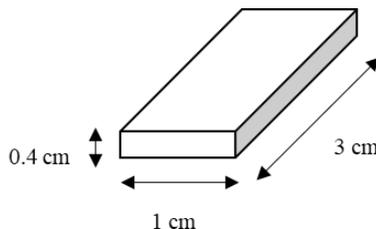


Figura 2. Diseño de probeta de acero ASTM A36

### Elaboración de probetas

Se cortaron las probetas de acero ASTM A36 de acuerdo con el diseño propuesto mencionado en la Figura 2, utilizando una sierra cinta para cortar una solera de acero ASTM A36 de 0.4 centímetro de espesor y 3 centímetros de ancho, esto permitió obtener las siguientes muestras, ver Figura 3.



Figura 3. Probetas de acero ASTM A36

### Procedimiento de cementación sólida

Se prepararon 3 cajas metálicas de cementación con un por ciento de mezcla de carbón de hueso de aguacate de 80% y un 20% de cáscara de huevo como activador ecológico, para posteriormente una de ellas, colocarse dentro del horno de inducción a una temperatura de 970°C por un lapso de 2 horas, la segunda caja con los mismos parámetros de preparación, únicamente con un lapso de 3 horas y por último la tercera caja con los mismos parámetros, pero por un lapso de 5 horas, la información se presenta en el Cuadro 1.

Probeta	Tiempo (horas)	Temperatura (°C)	Activador ecológico	Carbón de hueso de aguacate
1	0	25°	0%	0%
2	2	970°C	20%	80%
3	3	970°C	20%	80%
4	5	970°C	20%	80%

Cuadro 1. Parámetros de cementación de las 4 muestras

Posteriormente se realizó un tratamiento térmico de revenido a 400° por un lapso de 1 hora enfriado a temperatura ambiente, para aliviar las tensiones internas de las probetas, sin alterar la microdureza obtenida durante el proceso termoquímico de cementación sólida utilizando carbón a base de hueso de aguacate y cáscara de huevo como activador ecológico, ver el Cuadro 2.

Probeta	Tratamiento térmico	Medio de enfriamiento	Temperatura máxima (800°C/400°C)	Tiempo de permanencia (horas)
1	N/A	N/A	N/A	N/A
2	Revenido	Medio ambiente	400°C	1
3	Revenido	Medio ambiente	400°C	1
4	Revenido	Medio ambiente	400°C	1

Cuadro 2. Parámetros de revenido de las 3 muestras

### Análisis de microdureza

Se realizó un análisis de microdureza utilizando un micro durómetro Vickers marca TECNIMETAL, modelo CV400AAT, con una carga de 500 kgf. Se Realizó un perfil de microdureza en la cara superior de las 3 probetas, antes y después de ser cementadas utilizando carbón vegetal a partir de hueso de aguacate y cáscara de huevo como activador ecológico, ver Figura 4.

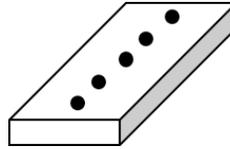


Figura 4. Perfil de microdureza

### Resultados obtenidos

De acuerdo con los resultados obtenidos al realizar el análisis de microdureza, se pudo determinar que la probeta sin tratamiento térmico obtuvo un promedio nominal de microdureza Vickers HV con una carga de 500 kilogramos fuerza de 151 HV 500, la probeta 1 sin cementación sólida presenta una microdureza Vickers de 151 HV, la probeta 2 cementada a 970° por un lapso de 2 horas, obtuvo un promedio de 595.4 HV 500, la probeta 3 bajo mismas condiciones de temperatura por un lapso de 3 horas 487.4 HV 500 y por último la probeta 4 con las mismas condiciones de temperatura por un lapso de 5 horas, obtuvo una microdureza de 390 HV 500. Ver Figura 5.

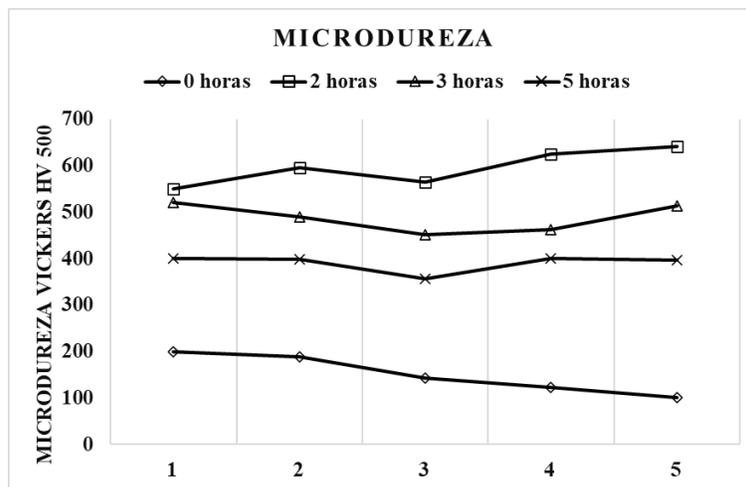


Figura 5. Gráfica comparativa de microdureza Vickers HV 500, de las 3 probetas cementadas

Se realizó un análisis de comparación de medias de las 4 probetas, donde se alcanza a apreciar que la probeta 2 (2 horas) se encuentra dentro de los límites de variabilidad de +/- 100 HV con respecto a la probeta 3 (3 horas), y la probeta 3 se encuentra bajo la misma condición de variabilidad con respecto a la probeta 4 (5 horas), ver Figura 6. Se puede apreciar que entre más tiempo permanece la muestra dentro de las cajas de cementación la dureza va disminuyendo.

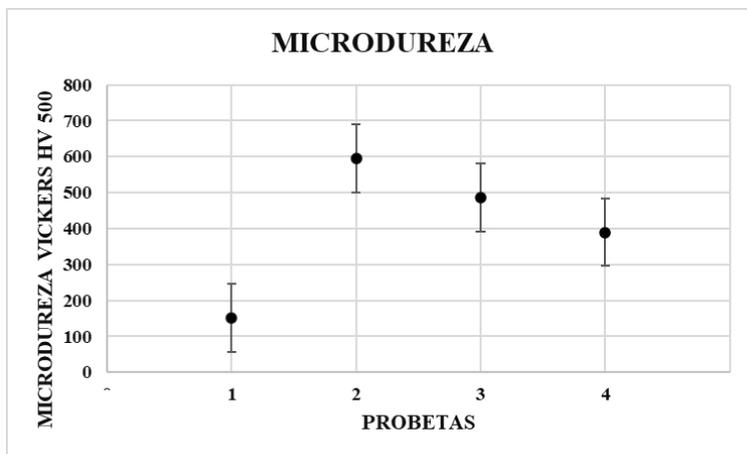


Figura 6. Comparación de medias de las 4 probetas de acero

### Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que la probeta de acero A36 sometida a un proceso de cementación sólida a  $970^{\circ}$  por un lapso de 2 horas y revenida a  $400^{\circ}$  por un lapso de 1 hora, mostró mayor incremento de microdureza con respecto a la probeta 3 y probeta 4 sometidas a mismas condiciones de temperatura  $970^{\circ}\text{C}$ , pero en lapsos de 3 horas y 5 horas. Se entiende que entre más tiempo permanezca la muestra dentro de la caja y del horno de inducción, ocurre un fenómeno conocido como decarburización como lo menciona Salazar Wilmer (2017), en su trabajo de investigación. Las microdurezas obtenidas son ideales para la fabricación de piezas de trabajo anti-desgaste utilizando elementos orgánicos como carbón a base de hueso de aguacate en lugar de carbón bituminoso, y cáscara de huevo como activador ecológico en lugar de carbonato de bario.

### Recomendaciones

Se recomienda analizar la microestructura utilizando un microscopio óptico para determinar el tipo de fases obtenidas durante el proceso de cementación y posteriormente cuando se realiza el tratamiento térmico de revenido a  $400^{\circ}\text{C}$  grados Centígrados por un lapso de 1 hora, posteriormente realizar un análisis de desgaste para determinar el espesor cementado bajo estas condiciones propuestas.

### Referencias

- Amaya, R.V, “Evaluar la resistencia al desgaste adhesivo del acero AISI 1020 cementado con carbón obtenido a partir de la cáscara de naranja, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2019.
- Antonio, G.V, “Efecto de la temperatura en el proceso de soldadura sobre el endurecimiento superficial y deformación de una placa de acero A36”, Universidad Autónoma de Coahuila, 2020.
- Illanos, O, E, “Tratamiento termoquímico de cementación y su incidencia en la dureza de pines de acero SAE 1045 para brazo hidráulico de retroexcavadora, Universidad Nacional Del Centro de Posgrado, 2018.
- Jaime, V, G, “Estudio comparativo del comportamiento mecánico del acero al utilizar carbones vegetales regionales eucalipto y shihuahuaco como materia prima cementante en piezas metálicas ferrosas de bajo contenido de carbono”, Universidad Nacional del Centro de Posgrado, 2016.
- McCormac, J, C, “Diseño de estructuras metálicas”, Método ASD, Alfa y Omega, N° 624, 1999.
- Nicolas, T, U, “Evaluación de la resistencia al desgaste adhesivo del acero AISI 1020 cementado con carbón obtenido a partir de la cáscara de papa”, 2019.
- Piñeros, T, J, “Análisis de la influencia de la cementación en el tratamiento térmico de temple desde temperatura intercríticas y revenido en un acero AISI/SAE 8620m Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, 2016.
- Salazar, W & Pinzón B, “Estudios de cementación de aceros con carbones vegetales nacionales”, Revista de ID Tecnológico, Vol 25, 2017.
- Uxa, G, M, “Cementación sólida de un acero bajo carbono empleando carbón vegetal y conchas marinas como activadores ecológicos, Universidad de Arequipa Perú, 2016.

# Desarrollo de Cubrebocas KN95 con Aceite Esencial de Eucalipto para Disminuir la Congestión Nasal Causada por Enfermedades Respiratorias

MC. Jose Antonio Gonzalez Vazquez<sup>1</sup>, Ing. Jorge Luis Palacios Gaytán<sup>2</sup>,  
Ing. Alejandro Isaías Saucedo Medina<sup>3</sup> e Ing. Jairo Jared Montelongo Serrano<sup>4</sup>

**Resumen**— En este proyecto de desarrollo tecnológico, se llevó a cabo el diseño y manufactura de un cubrebocas KN95, que cuenta con un sistema de contención lateral (diseñado e impreso en 3D), fabricado de material plástico, dentro del cual se depositará aceite esencial de eucalipto, extraído naturalmente por medio de la técnica de destilación química simple, en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila. Se realizó un análisis cualitativo (encuestas y narrativas), a una muestra poblacional de 60 personas, de la localidad de Monclova, Coahuila, con problemas de congestión nasal, generados por virus respiratorios, para evaluar la eficiencia del cubrebocas en la mejora del proceso de respiración.

**Palabras clave**—Congestión nasal, cubrebocas KN95, aceite de eucalipto.

## Introducción

El uso de cubrebocas en la ciudad de Monclova Coahuila es obligatorio, a raíz de la pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2, ya que se trasmite de persona a persona predominantemente por medio de gotas respiratorias gruesas, que miden más de  $10\mu m$ , y que, por su peso, en general no viajan a distancias mayores a 2 metros. Por otro lado, existen partículas más pequeñas, menores de  $10\mu m$  llamadas aerosoles, que a diferencia de las gotas gruesas pueden permanecer suspendidas en el aire por períodos largos, viajar distancias más prolongadas y acumularse en ambientes poco ventilados (Osorio & Vilar, 2020). No solo los virus de la familia de coronavirus se transmiten de esta forma, si no gran parte de los virus respiratorios que se conocen hasta hoy (rinovirus, parainfluenza, Epstein. Barr), lo llevan a cabo. Uno de los principales síntomas de contagio de cualquier virus respiratorio previamente mencionado, es la inflamación de la mucosa nasal (Barón, 2020). Se ha demostrado que algunas plantas poseen propiedades antimicrobianas y desinflamatorias, que, al oler sus vapores, permiten la desinflamación y descongestión de las vías respiratorias, generando un bienestar físico en la persona afectada, permitiendo sobrellevar de manera más confortable su periodo de tiempo en recuperación (Moreno, 2010). Una de estas plantas con propiedades desinflamatorias y antimicrobianas es el eucalipto (Carretero & Ortega, 2018).

En este proyecto, se realizará una modificación y rediseño (manufactura), de un cubrebocas convencional KN95, en el que fue incorporado un contenedor lateral, dentro del cual se colocará aceite natural de eucalipto, extraído por destilación química simple en el laboratorio de ciencias básicas, dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila.

<sup>1</sup>MC. Jose Antonio Gonzalez Vazquez es Profesor de Ingeniería de Materiales en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [jose.antonio.gonzalez@utrcc.edu.mx](mailto:jose.antonio.gonzalez@utrcc.edu.mx)

<sup>2</sup> Ing. Jorge Luis Palacios Gaytán, alumno de Ingeniería de Procesos en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [lpala1804@gmail.com](mailto:lpala1804@gmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Alejandro Isaías Saucedo Medina, alumno de Ingeniería de Procesos en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [isaiassaucedo01@gmail.com](mailto:isaiassaucedo01@gmail.com)

<sup>4</sup> Ing. Jairo Jared Montelongo Serrano alumno de Ingeniería de Procesos en la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila [jaredmontelongo84@gmail.com](mailto:jaredmontelongo84@gmail.com)

## Descripción del Método

### Metodología y estrategia de ejecución

A continuación, se muestra un diagrama de flujo de las actividades a realizar, ver Figura 1.

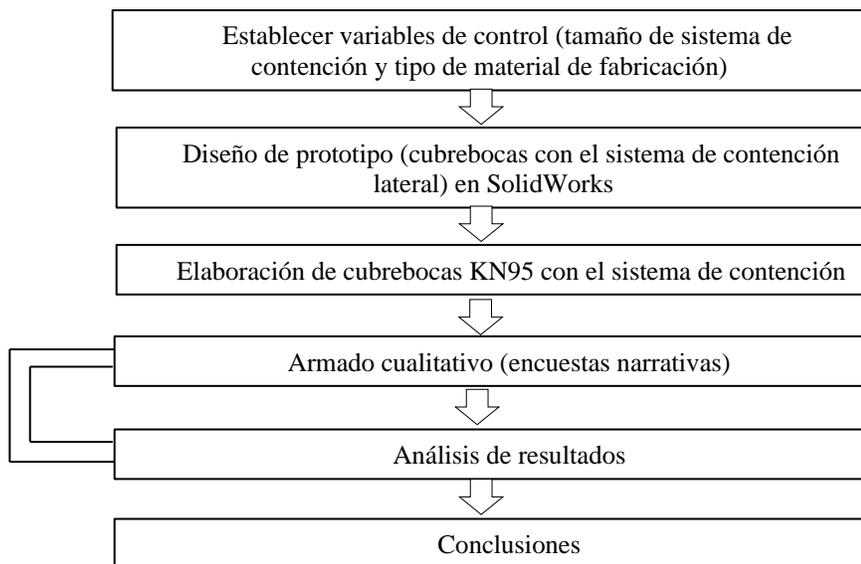


Figura 1. Diagrama de flujo de las actividades realizadas en este estudio

### Montaje del sistema de destilación química simple

El proceso de destilación química simple se llevó a cabo con la cristalería disponible en el laboratorio de la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila. Se realizó el armado de la cristalería de destilación simple, que consiste en: una Matraz Bola, un tubo condensador esmerilado para destilación y una Matraz Erlenmeyer (Iñiguez, 2010). Todo esto se ensambló y selló herméticamente con cinta de aislar de color negro, para evitar el menor escape de vapor, se colocó un termómetro de cristal dentro de la unión de la Matraz Bola y el tubo condensador, para monitoreo de la temperatura alcanzada durante el proceso de destilación química simple, para una mejor apreciación (Bolaños, 2008). Ver la Figura 2.



Figura 2. Destilación química simple de la hoja de eucalipto

### *Sistema de contención del aceite esencial*

El sistema se diseñó utilizando un software de diseño llamado SolidWorks, las medidas propuestas son de 2.5 centímetros de diámetro general y 1.25 centímetros de diámetro del contenedor de aceite esencial de eucalipto. Ver Figura 3.

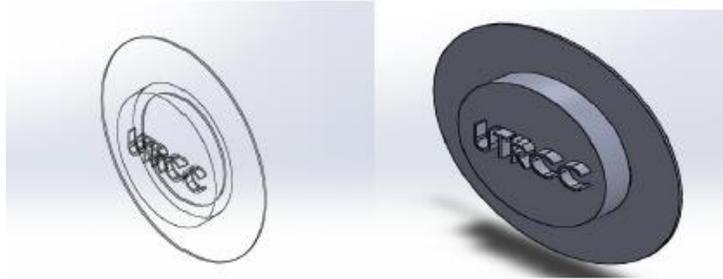


Figura 3. Diseño del contenedor de aceite esencial

### *Elaboración del cubrebocas KN95*

Para la elaboración del cubrebocas se utilizaron los siguientes materiales Ver Figura 4.

- Mascarillas KN95
- Algodón
- Aceite esencial de eucalipto extraído por destilación simple
- Sistema de contención del aceite esencial
- Etiqueta adhesiva para el sistema de contención del aceite esencial



Figura 4. Materiales utilizados

Se realizó la elaboración del cubrebocas colocando el depósito impreso en 3D, de manera lateral, utilizando tijeras para realizar el corte necesario de acuerdo con el diámetro de 1.5 centímetros para poder colocar el sistema de contención por la parte interna del cubrebocas KN95, ver Figura 5.



Figura 5. Colocación del sistema de contención en el cubrebocas KN95

Se colocó dentro del sistema de contención el aceite esencial de eucalipto extraído por destilación química simple y se depositaron 2 mililitros de aceite esencial de eucalipto, ver Figura 6.



Figura 6. Colocación del aceite esencial de eucalipto

Posteriormente se colocó el sello de protección para evitar el escape del olor con aceite esencial de eucalipto. Ver Figura 7.



Figura 7. Colocación del sello y empaquetado de cubrebocas KN95 con el sistema de contención

*Análisis cualitativo*

Se elaboraron 50 cubrebocas KN95 los cuales se le proporcionaron a una población muestral de 50 personas distribuidas ver Cuadro 1. Se realizó una encuesta utilizando un formulario de Google, con tres preguntas eje, la primera de ellas fue: ¿El cubrebocas KN95 descongestionó tus vías respiratorias?, ¿el aroma a eucalipto provocó molestias o irritación? Y por último ¿Cuánto tiempo tardó en hacerte efecto?, los datos recopilados en una población muestral de 50 personas

<b>Población muestral</b>	<b>Número de sujetos</b>
Alumnado de la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila	15
Población en general de la Zona Centro de Monclova, Coahuila	35
<b>Total</b>	<b>50</b>

Cuadro 1. Población muestral de prueba

*Resultados obtenidos*

Los datos recolectados en una población muestral de 50 personas distribuidas 15 de ellas entre el alumnado de la Universidad Tecnológica de la Región Centro de Coahuila y 35 en la población general de la colonia Zona Centro de Monclova, Coahuila, mostró que el 82% de la población muestral señaló que el cubrebocas tuvo un efecto descongestionante, y tan solo el 18% mencionó que no tuvo ninguna mejora en su malestar respiratorio. Así como también el 73% de la misma población comentó no haber presentado problemas tales como irritación o malestar en general ocasionado por el aroma del aceite esencial de eucalipto destilado por destilación química simple, y tan solo el 27% mencionó que si presentó problemas tales como mareos e irritaciones en las vías respiratorias. Ver Figura 8.

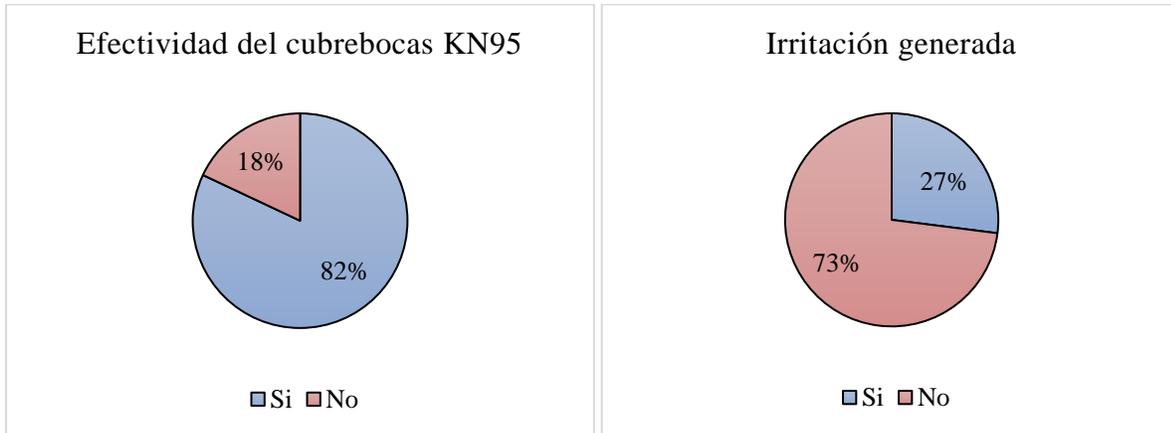


Figura 8. Gráficas de resultados de los efectos generados por el cubrebocas KN95

En cuanto al tiempo que tardó el cubrebocas KN95 con el aceite esencial de eucalipto en hacer efecto, el 20% de la población mencionó que taro 6 minutos en descongestionar las vías respiratorias, el 15% menciona que hizo efecto después de los 4 minutos, y el 12% tardó 12 minutos en hacer efecto, el 11% de la población en estudio no tuvo ningún efecto sobre la congestión nasal. A continuación, se muestra en la Figura 9 mayores detalles referente a los tiempos registrados.

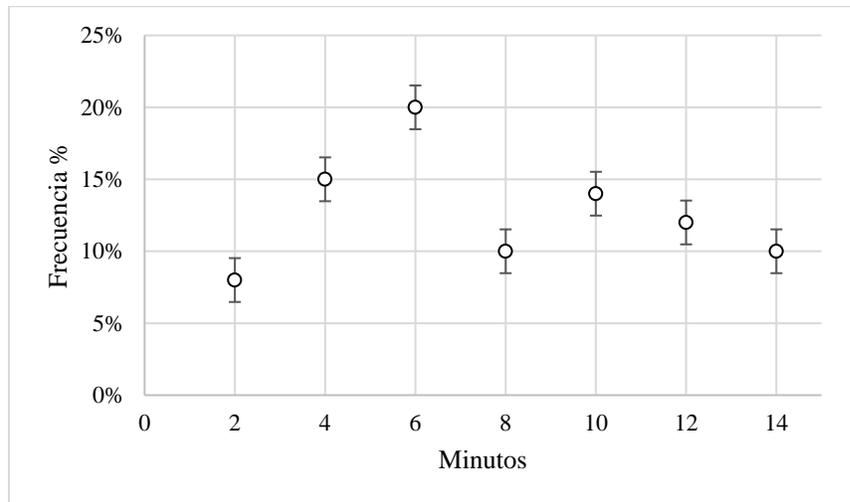


Figura 9. Gráficas de comparación de medias de los tiempos

### *Conclusiones*

Como conclusión el aceite esencial de eucalipto extraído por medio de la técnica de destilación química simple, colocado en un sistema de contención dentro del cubrebocas KN95, mostró una efectividad del 82% en la descongestión de las vías respiratorias ocasionada por virus respiratorios, y tan solo el 27% de la población sufrió molestias por el aroma a eucalipto dentro del sistema de contención, el aceite esencial descongestiona las vías respiratorias en un lapso de tiempo de 4 a 10 minutos de acuerdo a los estudios realizados en una población muestral de 50 personas.

### *Recomendaciones*

Se recomienda la creación de una mayor cantidad de cubrebocas KN95 con el sistema de contención para aumentar la cantidad población muestral de estudio un 15% más, de este modo poder obtener mayor cantidad de datos para su análisis.

### **Referencias**

- Barrón, S, J, Afectación del sentido del olfato y el gusto en la enfermedad leve por coronavirus COVID-19, Volumen 35, Número 633, 2020
- María, C, T, "Eucalipto en afecciones respiratorias", Dialnet Plus, Volumen 42, Número 131, 2018.
- Ore-areche, F, H, "Eucalipto, como tratamiento preventivo para el COVID-19, Polo de conocimiento, Volumen 6, 2021
- Fernanda, M, C, "Destilación simple y fraccionada, método de purificación de líquidos", Universidad Industrial de Santander, 2019
- Moreno, J, L, "Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*)", Scientia Agropecuaria, Vol 1, 2010
- Iñiguez, J, "Algunas consideraciones teórico-prácticas sobre la destilación intermitente en alambique simple de mostos fermentados, y ordinarios, Revista electrónica Ingeniería, Número 3166, 2010
- Bolaños, J, C, "Laboratorio de destilación química", Revista vínculos, Volumen 5, 2008

# Análisis de la Rotación de Personal en una Empresa que Forma Parte de una Cadena de Supermercados

Catalina Guerra Castañón<sup>1</sup>, Adriana Chimely Hernández<sup>2</sup>

**Resumen** - En el ámbito empresarial la rotación del personal es una medida que indica cuánto tiempo los empleados permanecen en la organización o el puesto dentro la empresa. Un índice de rotación personal alto afecta a las empresas económicamente, ya que genera costos adicionales, debido al tiempo en el reclutamiento, selección, contratación y capacitación, dañando también la imagen de la empresa. Por lo que el objetivo de este trabajo es definir las causas que originan al personal a no permanecer en una Empresa que forma parte de una Cadena de Supermercados. En los resultados se observó que el 71.4% manifestó falta de estímulos, 64.3%, inconformidad en el salario, 57.1% falta de reconocimiento al progreso. Por lo que se propone como acciones, reconocimiento al mejor empleado, y estímulo económico para el mejor vendedor del mes.

**Palabras clave** – Rotación de personal, motivación, causas de la rotación, reclutamiento.

## Introducción

El personal en una empresa constituye el recurso más valioso, por lo que hay que saber potenciarlo al máximo por ello un reto para cualquier organización es conocer que tan motivado y satisfecho está, lo que se refleja en el nivel de estabilidad y el grado de compromiso que tienen los trabajadores con los resultados de la empresa.

Cuando surgen problemas en la estabilidad laboral en una organización que afectan el desempeño de la misma se deben de buscar las causas principales que han dado origen a una excesiva rotación del personal. En el ámbito empresarial la rotación del personal es una medida que indica cuánto tiempo los empleados permanecen en la organización o cambian de puesto dentro la empresa. Un índice de rotación personal alto afecta a las empresas económicamente, ya que genera costos adicionales, debido a que dentro de cada proceso del área de gestión humana se requiere de tiempo y dedicación, en procesos de reclutamiento, selección y contratación, así mismo la capacitación y el acompañamiento para un buen desempeño en el área para donde fue contratado. La rotación de personal tiene un impacto muy negativo para cualquier empresa ya que también daña la imagen que se proyecta al exterior. Para (Arias, 1990) la rotación de personal en una organización empresarial, es el ingreso y el egreso de personas, de tal manera que si se presenta un porcentaje muy elevado de éste es considerado como una señal de la presencia de algunos problemas; si se toma en cuenta que la organización ya generó gastos en actividades de recursos humanos para atraer y seleccionar y entrenar al personal que ha de contratarse, se considera que un índice de rotación elevado es costoso para la empresa. Por lo que el objetivo de este trabajo es definir las causas que originan al personal no permanecer en una Empresa que forma parte de una Cadena de Supermercados.

## Descripción del método

### *Localización del área de estudio.*

Este trabajo se realizó en una empresa de una cadena comercial de supermercados en Tampico, Tamaulipas. El procesamiento de datos se realizó en el Instituto Tecnológico de Altamira perteneciente al Tecnológico Nacional de México, localizado en la carretera Tampico-Mante km 24.5 de la misma ciudad

### *Muestras y Unidades experimentales.*

Se trabajó con el 80 por ciento del personal de la empresa, incluyendo a los nuevos ingresos, asignándoles tres cuestionarios para obtener la información necesaria y posteriormente procesarla, para determinar las causas de la rotación de personal.

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Para Sierra Bravo (1994), la observación por encuesta, que consiste igualmente en la obtención de datos de interés sociológico mediante la interrogación a los miembros de la sociedad,

---

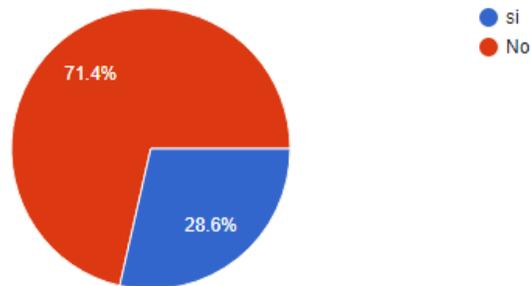
<sup>1</sup> Catalina Guerra Castañón es Profesora de Economía en el Tecnológico Nacional de México en el Instituto Tecnológico de Altamira, Tamaulipas, México [catalina.gc@altamira.tecnm.mx](mailto:catalina.gc@altamira.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Adriana Chimely Hernandez es Profesora de la carrera de Administración en el Tecnológico Nacional de México en el Instituto Tecnológico de Altamira, Tamaulipas México [adriana.ch@altamira.tecnm.mx](mailto:adriana.ch@altamira.tecnm.mx)

es el procedimiento sociológico de investigación más importante y el más empleado (Casas, 2003). Se utilizó estadística descriptiva para la valoración de los datos obtenidos

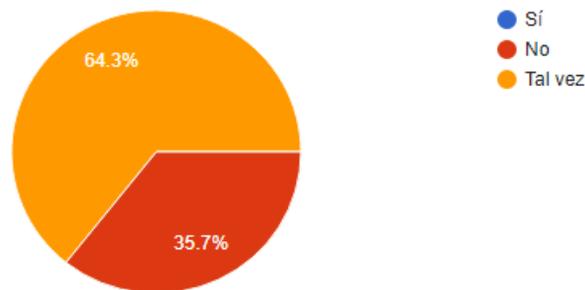
### Resultados y Discusión

Los resultados de este trabajo reflejan que algunos de los problemas de la rotación del personal es la falta de estímulos por hacer bien el trabajo ya que el 71.4% del personal menciona no recibirlo (Gráfico 1). De los indicadores evaluados éste presenta el porcentaje más alto, lo que hace necesario que sea adecuadamente atendido ya que la falta de estímulos puede ser la causa mayor del incremento de la rotación de personal en una empresa que forma parte de una cadena de supermercados.



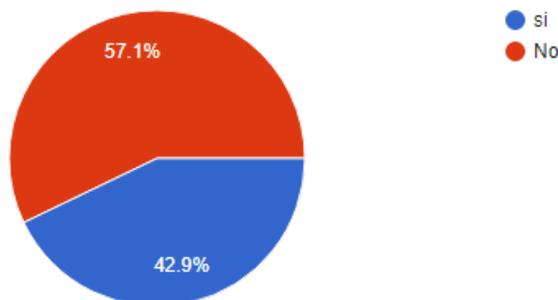
**Gráfico 1. Encuesta sobre estímulos otorgados por la empresa**

Los socios encuestados mostraron inconformidad debido al sueldo que se maneja en la organización, quizá también uno de los factores que contribuyen a la rotación de personal sería el salario ya que el 64.3% manifestó estar inconforme en cuanto a la remuneración que percibe (Gráfico 2).



**Gráfico 2. Encuesta sobre la conformidad o inconformidad en cuanto al salario**

En cuanto al indicador que se manejó en las encuestas sobre el reconocimiento al progreso a las actividades laborales desempeñadas, un 57.1% menciona que no es tomado en cuenta el avance en el desempeño de las labores encomendadas (Gráfico 3). Lo que puede ser una de las causas de desmotivación del personal, que los impulse a buscar otras oportunidades de empleo, contribuyendo esto al incremento en la rotación de personal.



**Gráfico 3. Encuesta sobre el reconocimiento al progreso a las actividades laborales desempeñadas**

*Conclusiones.*

Los indicadores de mayor impacto en la rotación de personal fueron la falta de estímulos, la falta de reconocimiento a las labores desempeñadas y la inconformidad en cuanto a la percepción salarial, debido a esto se observó que siempre el personal estará en busca de una mejor opción en donde puedan trabajar menos, ganar más y lo que trae como consecuencia lo que trae como consecuencia los altos porcentajes de rotación de personal. De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se sugiere algunas acciones de motivación personal, profesional y económica, como son el reconocimiento mensual a su progreso, un reconocimiento público al mejor empleado del mes, y/o un estímulo económico para el mejor vendedor del mes.

*Recomendaciones.*

A mayor motivación mayor producción por parte del personal. Por lo que es de suma importancia la satisfacción que encuentran los empleados con sus condiciones de trabajo, sus compañeros, sus superiores, etc., “la satisfacción laboral es el conjunto de sentimientos y emociones favorables o desfavorables con el cual los empleados consideran su trabajo. La rotación se presenta cuando la satisfacción es baja, y esta es la proporción de empleados que abandonan una organización durante un periodo dado” (Davis y Newstrom.2000; Citado por Flores, 2008). Por lo que la recomendación sería implementar un programa permanente con estrategias para la satisfacción laboral.

**Referencia Bibliográfica**

Arias Galicia, Fernando. 1990. “Administración de Recursos Humanos”. *Ed.Trillas*. p.410.

Casas Anguita, J., J.R. Repullo Labrador y J. Donado Campos. 2003. “La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos”. *Aten Primaria* 2003;31(8):527-38

Flores, Roberto., J. L. Abreu y M. H. Badii . 2008. “Factores que originan la rotación de personal en las empresas mexicanas” *Daena: International Journal of Good Conscience*. 3(1) : 65-99. Marzo 2008. ISSN 1870-557X.

Sierra Bravo R. 1994. “Técnicas de Investigación social”. Madrid: *Paraninfo*, 1994.

### Notas Biográficas

La **Le. Catalina Guerra Castañón** es profesora de asignatura en el Tecnológico Nacional de México – Plantel I.T. Altamira adscrito al Departamento de Ciencias Económico- Administrativas. Es Licenciada en Economía por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ha participado en puesto Directivo en el Tecnológico Nacional de México, desempeñándose como Jefa del Departamento de División de Estudios del Plantel I.T. Altamira.

La **Lic. Adriana Chimely Hernández** es profesora de asignatura en el Tecnológico Nacional de México – Plantel I.T. Altamira adscrito al Departamento de Ciencias Económico- Administrativas. Es Licenciada en Administración por el Instituto Tecnológico de Altamira.

# Diseño y Fabricación de una Máquina Despulpadora de Frutas

M.A. Ángel Guerrero Guerrero<sup>1</sup>, Ing. Hector Aguilar Olivares<sup>2</sup>,  
M.C. Anabel Rosas Gallo<sup>3</sup>, Ing. María Sara Guadalupe Hernández Jiménez<sup>4</sup> y M.C. María Esther González Miguel<sup>5</sup>

**Resumen**—En las poblaciones de la región Ixta-Popo en Puebla, la fruta madura que se cae, ya no es recolectada y se desecha, esto representa un 40% de la producción. Existe en el mercado nacional creciente demanda de mermeladas, pulpas y otros productos a partir de las frutas, de acuerdo a las estadísticas del INEGI y la Cámara Nacional de la Industria de las Conservas Alimenticias, el consumo de mermelada anual es superior a las 100 toneladas. Asimismo, si los productores hacen mermeladas o extraen la pulpa, lo hacen de forma manual y tradicional, proceso que es lento y sólo produce baja cantidad. En el mercado, existen despulpadoras de frutas, pero no se adecuan a las necesidades de los productores para su tecnificación, por lo que, se diseñó y fabricó una máquina despulpadora de fruta que permita a los productores aprovechar ese 40% de producción que normalmente desperdician, además de que se les dará valor agregado a sus productos y como consecuencia, también les permita mejorar sus ingresos, su nivel de vida y tecnificar su producción. Fabricada la máquina, se desarrolló la fase de pruebas, mismas que resultaron satisfactorias con base a lo esperado y fue adquirida por los productores.

**Palabras clave**—despulpadora, extracción, diseño, tecnificación, aprovechar

## Introducción

En la zona de influencia de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo (UTH), los productores ya no recolectan los frutos maduros que caen de los frutales, por lo que son desechados, estos representan cerca del 40% de su producción. Existe una creciente demanda de mermelada, pulpas y otros productos de frutas en el mercado nacional, pues según las estadísticas del INEGI y la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias, el consumo anual de mermelada supera las 100 toneladas. Con base en esta tendencia, es importante que los agricultores del distrito de Ixta-Popo, en el estado de Puebla, que corresponde a la zona de influencia de la UTH, maximicen el aprovechamiento de la fruta, utilizando una pasta. Por otro lado, los productores hacen mermeladas o extraen la pulpa de las frutas que se producen, pero sólo lo hacen con la fruta que ellos cortan y lo hacen con prácticas manuales y tradicionales, proceso que es lento y sólo produce baja cantidad. Aunque el proceso de obtención de pulpa se realiza, los equipos y dispositivos que utilizan son caseros o en su caso rudimentarios, pues así se han adaptado por muchos años, de forma completamente artesanal, pero no siempre productiva y óptima, por lo que están desaprovechando la oportunidad de evitar los desperdicios generados por la fruta madura, que para ellos ya no es conveniente recolectar, pues el costo-beneficio no les resulta. Existe un problema con las máquinas existentes en el mercado; no están diseñadas para cumplir con los requerimientos de nuestros productores, esta situación genera un amplio campo de acción para la utilización de nuestra máquina.

Las frutas vienen constituidas fundamentalmente de cáscaras, pepas o semillas y la carne o pulpa, siendo esta última, el componente alimenticio humano. El despulpado de las frutas es, por lo tanto, la separación de la carne o pulpa de los demás componentes de la fruta. El proceso más general de despulpado se logra al obligar por medio de una fuerza centrífuga, que sumado a una fuerza de despulpado logra que el fruto se separe en las paredes del cilindro tamiz despulpador (Cuenca 2014). El aprovechamiento integral de las frutas es un requerimiento y a la vez una demanda que deben cumplir los países que desean implementar las denominadas “tecnologías limpias” o “tecnologías sin residuos” en la agroindustria. De tal modo que todas aquellas

**Figura 1: Despulpadora de Fruta**



<sup>1</sup> El M.A. Ángel Guerrero Guerrero es Docente Investigador en la carrera de Ingeniería Metal Mecánica de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo y Docente en el Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios No. 104. [angel.guerrero@uth.edu.mx](mailto:angel.guerrero@uth.edu.mx)

<sup>2</sup> El Ing. Hector Aguilar Olivares es Docente Investigador en la carrera de Ingeniería Metal Mecánica de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo [hector.aguilar@uth.edu.mx](mailto:hector.aguilar@uth.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.C. Anabel Rosas Gallo es Docente Investigadora en la carrera de Ingeniería en Procesos Alimentarios de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo [anabel.rosas@uth.edu.mx](mailto:anabel.rosas@uth.edu.mx)

<sup>4</sup> La Ing. María Sara Guadalupe Hernández Jiménez es Docente Investigadora en la carrera de Ingeniería en Procesos Alimentarios de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo [sara.hernandez@uth.edu.mx](mailto:sara.hernandez@uth.edu.mx)

<sup>5</sup> La M.C. María Esther González Miguel es Docente Investigadora en la carrera de Ingeniería en Procesos Alimentarios de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo [esther.gonzalez@uth.edu.mx](mailto:esther.gonzalez@uth.edu.mx)

fracciones del fruto, tales como: cáscaras, semillas, corazones y los extremos o coronas, no resulten agravantes para el beneficio económico de las empresas y mucho menos para el medio ambiente pudiéndose derivar a productos principales o secundarios para la alimentación humana. Las dos porciones no comestibles de frutas en estado fresco son las semillas y cáscaras, y han sido bastante estudiadas con el propósito de extraer de ellas sustancias valiosas o en los casos más simples, emplearlas como ingredientes del producto principal que es la pulpa. En esta última función tiene más aplicabilidad la fracción cáscara por poseer fibra dietética, que contribuyen a mejorar textura y sabor (Orozco, y otros 2011).

Una despulpadora de fruta, como se observa en la figura 1, es una máquina que permite eliminar partículas tales como semillas, vástagos, cáscaras, y otros productos no deseados en la obtención de pulpa para jugos, néctares, compotas o purés. La pulpa, o parte comestible de la fruta, es un tejido celular muy importante para la nutrición del ser humano; en la naturaleza, la pulpa permite a la planta la dispersión de las semillas. El funcionamiento de la despulpadora consiste en depositar la fruta, en la tolva de alimentación, en el caso de las fresas, las moras o las guayabas pueden depositarse directamente; otras, como la guanábana, mango o el maracuyá se deben pelar y separar la pulpa de la cáscara; luego, el producto ingresa a una zona en la cual un eje central giratorio, con la ayuda de varios pines, procede a romper la cáscara de las frutas o vegetales. La velocidad del eje puede ser fija o variar. Lo que se obtiene de ese primer paso pasa a un segundo recipiente, en el cual unas aspas lo presionan contra una malla o tamiz con la finalidad de filtrar las partículas. La pulpa filtrada es descargada por un lado de la despulpadora, mientras que las semillas, cáscaras y vástagos son expulsados por la parte posterior (CITALSA 2021).

Las despulpadoras más comunes son de dos tipos, horizontales y verticales. La despulpadora horizontal, se caracteriza por el giro horizontal del eje y las paletas despulpadoras, mismas que están diseñadas para ejercer principalmente la fuerza de despulpado sobre el tamiz cilíndrico, permitiendo la separación de la semilla y pulpa. Las despulpadoras verticales, tienen el mismo principio que la despulpadora horizontal, sólo que el acomodo es vertical. Por lo anterior, las despulpadoras de fruta actualmente tienen un gran mercado para satisfacer necesidades no cubiertas.

Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene como *objetivo* diseñar y fabricar una máquina despulpadora de fruta que permita a los productores aprovechar ese 40% de producción que normalmente desperdician, además de que se les dará valor agregado a sus productos y como consecuencia, también les permita mejorar sus ingresos, su nivel de vida y tecnificar su producción.

### **Materiales y métodos**

#### **Metodología**

La metodología seguida para el diseño y fabricación de la despulpadora de fruta consistió en lo siguiente:

- Visitar en campo a productores de fruta de la región Ixta-Popo para identificar sus necesidades y la forma en que actualmente están realizando el procesamiento de la fruta
- Definir variables de diseño para la máquina despulpadora de fruta y que esta cumpla y se adapte a las necesidades de los productores
- Diseñar y desarrollar el modelo de la máquina despulpadora de frutas que responda a las variables de diseño
- Seleccionar materiales para fabricar la despulpadora de fruta y que cumplan con normas alimenticias
- Planificar y ejecutar el proceso de fabricación con base a los requerimientos del diseño establecido
- Probar y ajustar para que cumpla con los parámetros definidos y que se cubran las necesidades de los productores

#### **Desarrollo**

Para alcanzar el objetivo del presente trabajo, se desarrollaron las etapas descritas en la metodología, mismas que a continuación se presentan:

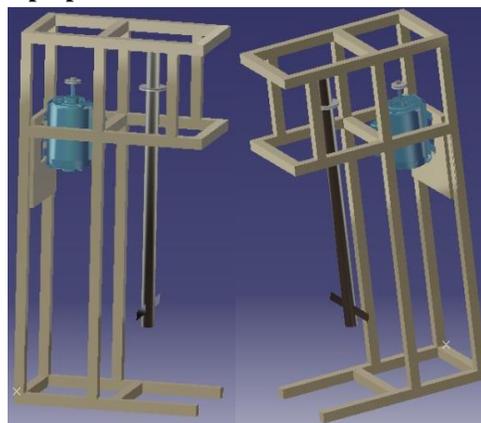
***Visitar en campo a productores de fruta de la región Ixta-Popo para identificar sus necesidades y la forma en que actualmente están realizando el procesamiento de la fruta.***

Se realizó visita de campo en la región Ixta-Popo y se pudo apreciar lo siguiente: el proceso de corte de fruta se hace en forma tradicional y se recolecta por medio de botes de capacidad de 19 kilogramos, después se traslada a una zona de almacenaje temporal, después se traslada a casa de los productores; luego, de ser necesario se le da una pre-cocción a la fruta, el despulpado se hace de forma artesanal, ya sea con licuadora trabajándola a bajas revoluciones para evitar que se haga tipo puré o bien de forma manual previo a un escaldado de la fruta, es decir, machacando la fruta ya sin cascara y sin hueso. Tal proceso artesanal, es lento e improductivo y no les permite a los productores aprovechar al máximo los frutos recolectados y los que se desperdician al caerse de los árboles por ya estar maduros.

**Definir variables de diseño para la máquina despulpadora de fruta y que esta cumpla y se adapte a las necesidades de los productores.**

Las principales variables para el diseño de la máquina despulpadora de fruta son las que se observan en la tabla 1. En la tabla 2, se han vertido las necesidades de los productores para que la despulpadora se pueda adecuar al uso que ellos le darán. En particular se considera conexión monofásica y motor de 1HP, debido a que debe ser usada en casas-habitación, pues no cuentan con un espacio apropiado como una bodega o almacén para que pudieran contar con conexión bifásica o trifásica; el peso máximo deberá de ser de 70Kg., esto para poder trasladarla de manera fácil entre dos o tres personas; deberá hacerse una reducción de las RPM de salida del motor por medio de una transmisión por bandas con una relación de 3:1 aproximadamente; deberá cumplir con materiales y tornillería de grado alimenticio de acero inoxidable AISI para evitar la contaminación del producto y; por último, ajustarse a un presupuesto de \$20,000.00

**Figura 1: Estructura del Chasis de la Despulpadora de Fruta**



**Tabla 2: Variables para el Diseño de la Despulpadora de Fruta**

No.	Variable	Especificación
1	Volumen de producción	30 litros de pulpa/hora
2	Sistema de transmisión	Mecánico con bandas tipo V
3	Tipo de motor	Eléctrico, monofásico
4	Potencia del motor	1HP
5	Revoluciones	550 RPM
6	Peso de la despulpadora	70 Kg
7	Material para la estructura	Acero comercial
8	Material para la carcasa	Acero inoxidable AISI 304 con 18% Cr, 8%Ni y 0.08% C
9	Dimensiones	1.30m de alto, 0.6m de ancho y 0.4m de fondo
10	Costo de fabricación	\$20,000.00

**Diseñar y desarrollar el modelo de la máquina despulpadora de frutas que responda a las variables de diseño**

Con base a los requerimientos de diseño establecidos por parte de los productores, definidos en la tabla 1, se generó el diseño y modelado de la propuesta de la despulpadora de fruta, para que previo a su fabricación, sea validado por los usuarios y que verifiquen que se cumplen las expectativas.

El diseño queda propuesto queda constituido de la forma en que se muestra en la figura 2. El chasis estará fabricado por acero comercial en su estructura que conformará el chasis. Este en la parte superior, contendrá una base para el soporte del motor y la transmisión, pues el tipo de máquina despulpadora elegida es vertical. Esta máquina, como se observa el boceto en la figura 3, tiene como finalidad realizar el proceso de despulpado por medio de un sistema conformado por un conjunto de poleas y correas, los cuales mueven un eje que posee un álabe, cuya función es remover la parte carnosa de la fruta golpeando a la misma, logrando así que la pulpa salga por la parte inferior de la olla, esto gracias a los huecos que posee esta.

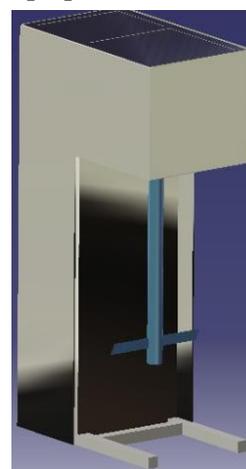
**Seleccionar materiales para fabricar la despulpadora de fruta y que cumplan con normas alimenticias**

La máquina tiene una estructura hecha con acero comercial ASTM A36 perfil tipo "L", cuenta con un forro de lámina de acero inoxidable AISI 316, esto para evitar cualquier tipo de contaminación en la pulpa. Para mover las poleas y así poder despulpar la fruta con eficacia, tiene un motor de 1 HP, con una velocidad de 1750 RPM de salida y 550RPM de trabajo efectivo. Tanto el eje motriz como el álabe son de acero inoxidable AISI 316, para evitar impurezas en la producción.

**Diagrama de proceso de operaciones para fabricar la despulpadora de frutas**

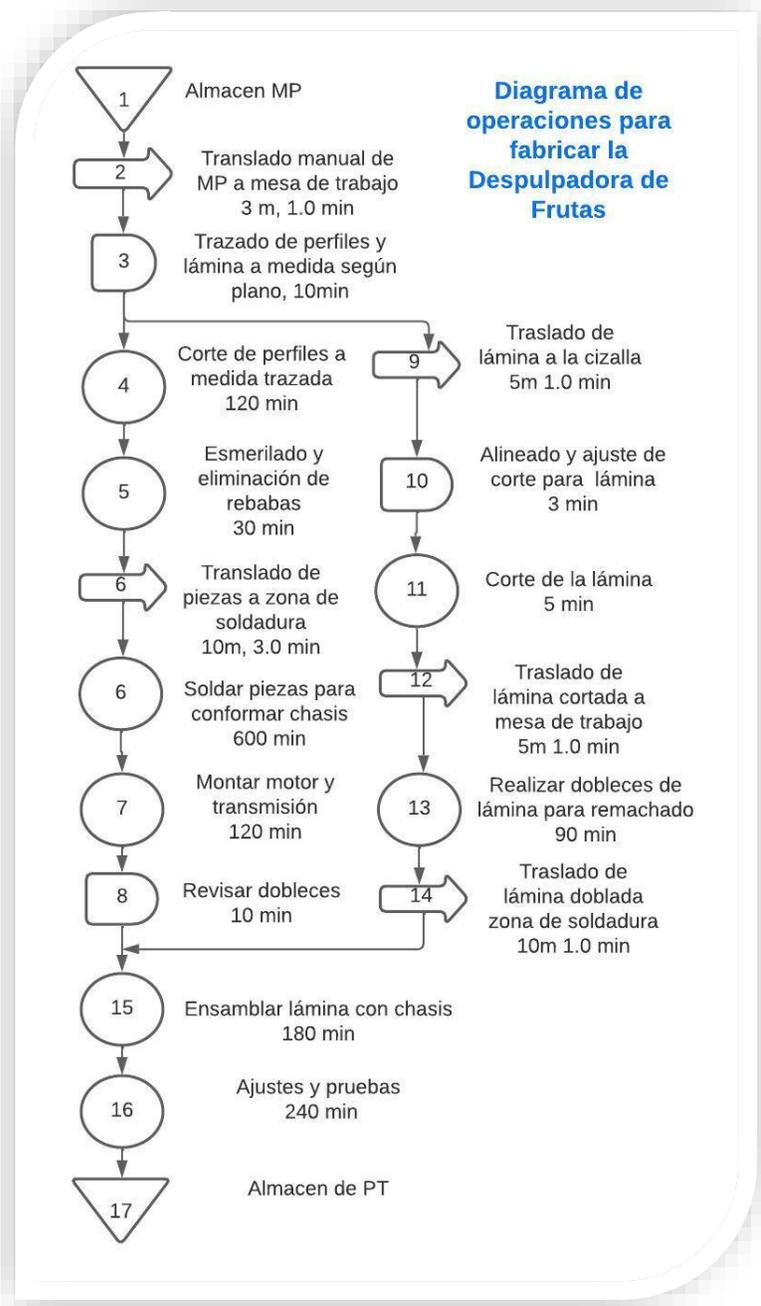
En la figura 4, se presenta, en orden consecutivo, las actividades generales para el proceso de fabricación de la despulpadora de fruta, desde que ingresa la materia prima (MP), insumos y accesorios, hasta que esta queda EL

**Figura 3: Boceto de la Despulpadora de Fruta**



producto terminado (PT) listo, lo que incluye la etapa de pruebas y ajustes. En resumen, se tiene un recorrido de transporte de los materiales sobre el Layout del taller de máquinas-herramientas de 33 metros, este recorrido es necesario para poder armar desde cero y hasta obtener la máquina despulpadora de frutas. Asimismo, se tiene un tiempo total de 1423 minutos que se necesitan para poder fabricar una sola unidad, esto es equivalente a 23.72 horas efectivas de trabajo con 2 personas, considerando una producción alineada por proceso y no en serie. De ser necesario y que se requieran por arriba de 10 unidades, se puede considerar un cambio a producción en serie, ya que implica ajustes del Layout que requieren recursos.

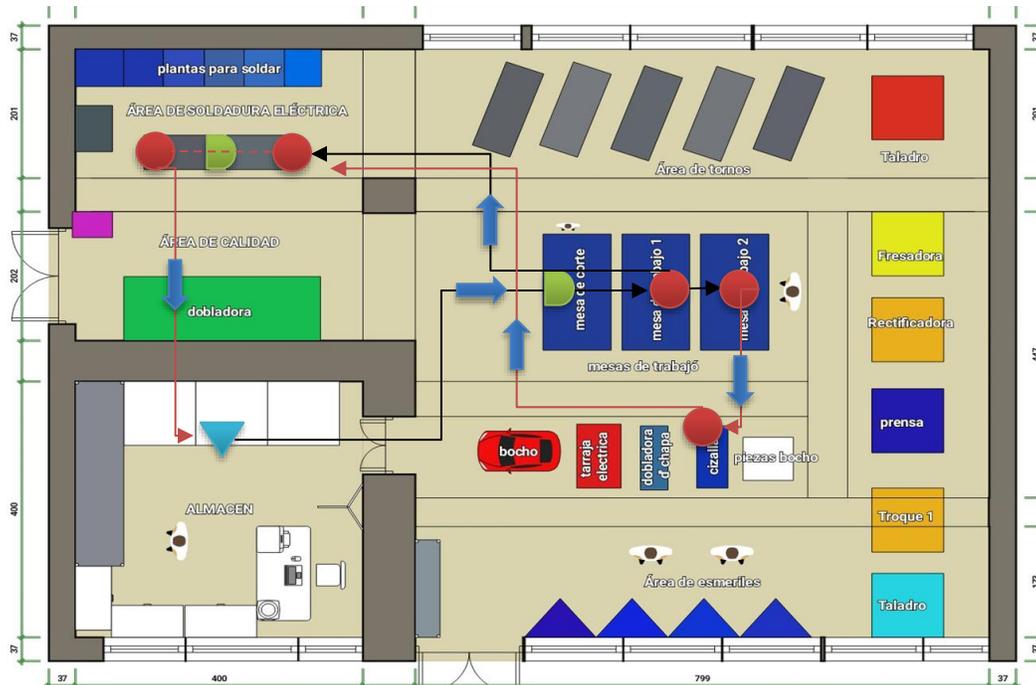
**Figura 4: Diagrama de Operaciones para Fabricar la Despulpadora de Fruta**



*Configuración de la distribución de planta para la fabricación de la despulpadora de frutas*

En la figura 5, se puede ver la configuración que fue utilizada para poder llevar a cabo la fabricación de la despulpadora de fruta. La configuración corresponde a una distribución de planta por proceso, donde el producto sigue a las máquinas agrupadas por funciones similares o iguales. El espacio utilizado para fabricar la máquina fue el taller de máquinas-herramienta de la UTH, pues este tipo de trabajos son para detonar el desarrollo regional, debido a que la UTH es una entidad pública no lucrativa y pone a disposición infraestructura y capital humano para que verdaderamente se de una interacción universidad-sociedad y que de ello se fortalezcan todos los involucrados. Con esto, el personal docente y estudiantes tienen escenarios reales para generar prácticas, investigación, desarrollo tecnológico y transferencia tecnológica.

**Figura 5: Distribución de Planta y Recorrido**



### Resultados

Para cumplir con el objetivo establecido, se realizaron cada una de las etapas establecidas en la metodología, se diseñó, fabricó y se hicieron pruebas a la máquina Despulpadora de Frutas. Esta fue adquirida por un productor y se espera una etapa de operación para que, con base a la observación y desempeño de la máquina, los productores muestren interés por la adquisición de más unidades. Se les presentó la máquina a productores de la región Ixta-Popo, ésta fue recibida con interés y se encuentra en lo posterior, en proceso para la posibilidad de la manufactura de otras más.

### Resumen de resultados

Se logró hacer el diseño, desarrollo, fabricación y pruebas de la máquina despulpadora de fruta, tal como se aprecia en la figura 6. Para ello se utilizaron los recursos, como se muestra en la tabla 2, pues fueron necesarios para poder realizar toda la cadena del proceso que conlleva el obtener desde la concepción hasta el producto terminado, pasando por cada una de las etapas.

**Tabla 2: Recursos para Proceso de Fabricación de Despulpadora de Fruta**

No.	Recurso	Descripción
1	Software Catia V5 r21	Computadora Dell con software Catia V5 r21 para elaborar partes, productos, modelado, drafts, así como layout
2	Software Lucidchart	Para desarrollar diagrama de proceso de operaciones
3	Vernier analógico, micrómetro, flexómetro y calibrador de alturas	Para medición y trazado de piezas de perfiles, así como lámina de acero inoxidable
4	Marcador de puntos y azul de prusia	Para marcar cortes en perfiles y lámina
5	Cizalla mecánica	Para corte de lámina de acero inoxidable
6	Dobladora de cortina	Para dobleces de la lámina de acero inoxidable

7	Sierra mecánica y arco con segueta	Para corte de perfiles
8	Pulidora de disco	Para esmerilar rebabas de material
9	Remachadora	Para ensamblar chasis con la lámina de acero inoxidable
10	Talador manual y de columna	Para barrenar orificios de remaches y de uniones
11	Máquina de soldar por arco eléctrico	Para soldar perfiles y formar el chasis
12	Destornilladores de cruz y planos, llaves españolas.	Para ajustar motor y bandas
13	Brocas para acero	Para realizar barrenos a perfiles y lámina
14	Herramientas manuales varias	Para hacer ajustes durante el ensamble de la despulpadora
15	Multímetro	Para pruebas de arranque y conexión de motor

#### **Pruebas de funcionamiento.**

Una vez terminada de construirse la despulpadora de fruta, se procedió a la etapa de pruebas y ajustes. Durante estas pruebas y ajustes, se tuvo lo siguiente: 1) durante el proceso de ensamble, las piezas y medidas se fueron ajustando, debido a las características de los materiales; 2) los ejes se ajustaron, debido a que no se tenían las medidas correctas de las chumaceras de pared; 3) las poleas se ajustaron para disminuir la vibración y desbalanceo del eje; 4) las vibraciones iniciales eran altas, por ello se tuvo que recorrer el eje de una pulgada, para estabilizar el equipo con su centro de gravedad; 5) respecto al recipiente cilíndrico o contenedor de pulpa, se tuvo que ser ajustado en la sujeción, porque el que tenía, presentaba problemas al trabajar el eje; 6) se tuvo que ajustar el ángulo de contacto de las paletas (aspas) para poder despulpar adecuadamente y; 7) después de 30 horas de trabajo, incluidas las horas de fabricación, ajustes y pruebas, quedó funcionando en forma correcta.

#### **Conclusiones**

En el proceso que recorrió desde la visita de campo hasta la adquisición de la máquina despulpadora, quedó claro que se habían logrado los objetivos y se había seguido la metodología. Es muy importante recalcar que se incentiva a los fabricantes a modernizar sus procesos, incluso aquellos que no forman parte de esta función, para ser más productivos y competitivos con sus similares del país y del exterior, desarrollando así líneas de investigación y transferencia de tecnología por parte de las Universidades, que seguramente beneficiará a la sociedad desde su ámbito de influencia.

#### **Recomendaciones**

Los resultados obtenidos, sin duda aun presentan muchos puntos de mejora para un siguiente modelo. Algunas recomendaciones son: 1) realizar una simulación en software de diseño mecánico para ver puntos de esfuerzos críticos y ajustes dimensionales en los mecanismos y elementos, esto con la finalidad de que durante la fabricación no se cometan errores que tengan como efecto descalibraciones, fallas de ajuste, vibraciones, golpeteos, rozamiento, calentamiento, etc.; 2) trabajar para mejoras en el diseño de la despulpadora para darle mayor facilidad de traslado, mantenimiento, así como de funcionalidad y; 3) revalorar la tabla 1 de variables para el diseño, pues es necesario hacer ajustes al respecto, esto, debido a que si bien la máquina cumple su función, puede reajustarse para un mejor desempeño en todos los sentidos.

**Figura 6: Despulpadora de Fruta terminada**



## **I. BIBLIOGRAFÍA**

- CITALSA. *Citalisa.com*. 1 de 03 de 2021.  
<https://www.citalisa.com/blogs/noticias/que-es-una-despulpadora-y-que-provecho-podemos-sacarle>.  
 Cuenca, Juan Carlos Troya. «Biblioteca Digital Escuela Politécnica Nacional.» 1 de 10 de 2014.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8719/3/CD-5857.pdf>.  
 Nisbett, Richard G. Budynas y J Keith. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2008.  
 Orozco, Melva López, Juan Mercado Flores, Gerardo Martínez Soto, y José Luis Magaña Ramírez. «Acta Universitaria.» 02 de 05 de 2011. <https://www.redalyc.org/pdf/416/41619838004.pdf>.

# Diagnóstico de Factores de Riesgo Psicosocial en una Empresa de Servicios Profesionales

Lic. Guillermo Díaz María Nichte Loy<sup>1</sup>  
Dra. Centeno Ley Guadalupe<sup>2</sup>  
Dr. Góngora Coronado Elías Alfonso<sup>3</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en una empresa de servicios profesionales ubicada en Mérida Yucatán, para identificar los distintos niveles de riesgo psicosocial de los veintiún colaboradores que conforman dicha empresa. Para esto, se utilizó la guía de referencia I y II que forman parte de la norma oficial mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención; así mismo se aplicó la dimensión de Exigencias Psicológicas con las cinco sub dimensiones del Suseso ISTAS 21. Al igual se realizó una entrevista no estructurada a los colaboradores con resultados altos en los instrumentos antes mencionados para explorar con mayor detalle los resultados obtenidos previamente. Todo esto concluyó con la detección del deseo de los involucrados en el proceso, de mejorar sus habilidades personales y profesionales para enfrentar los diversos retos laborales.

**Palabras clave**—Factores psicosociales, Factores de Riesgo Psicosocial, Estrés, Salud en el trabajo.

## Introducción

Durante los últimos tiempos, a nivel mundial han existido constantes cambios políticos, económicos y sociales que han generado un impacto en las personas y en sus condiciones de empleo, las cuales han estado siendo modificadas (Candia et. al., 2018).

El estrés es un trastorno biopsicosocial que está generando un impacto a nivel mundial, entre sus causas está el hecho de que vivimos en una sociedad globalizada que exige y demanda cada día individuos aptos y capacitados para enfrentar y resolver cada uno de los problemas laborales, sociales y emocionales a los que se debe hacer frente como sociedad en el día a día (Rodríguez 2018).

La seguridad y la salud en el trabajo son factores clave, que contribuyen al bienestar y calidad de vida de las personas trabajadora, así como de sus familias; es por eso que es de suma relevancia fomentar entornos de trabajo que garanticen la seguridad y salud, convirtiendo estos en el núcleo del trabajo decente y de la calidad del empleo (OIT 2021).

A nivel mundial, cada día se da más importancia a gestionar la seguridad y la salud laboral, por lo que es un pilar de toda empresa lograr la mejora de las condiciones en las que se encuentran los trabajadores, pues con esto incluso se puede alcanzar mayor productividad y rentabilidad en las actividades laborales. Es por esto que instituciones no gubernamentales y de instancia de derecho público han desarrollado metodologías de aplicación para gestionar la seguridad y la salud en el trabajo (Arias 2017).

Actualmente instituciones internacionales y nacionales se encargan de la regulación de temas que contemplan que los problemas de salud relacionados con el trabajo pueden ser prevenidos, debido a que sus factores determinantes se encuentran en las condiciones de trabajo. Derivado de esto, en las últimas décadas se han fortalecido las acciones de los actores gubernamentales, empresariales y sindicales orientadas a la promoción y la protección del bienestar de los trabajadores mediante la prevención y el control de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, así como la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo (Barba 2014).

Así mismo, se han creado y fortalecido programas que tienen como eje la Salud Ocupacional tratada en forma multidisciplinaria para proteger el bienestar de los trabajadores mediante la promoción del trabajo seguro, sano y con buenos ambientes para realzar el bienestar físico, mental y social de los trabajadores y así respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo (Barba 2014).

Adicional a esto, la salud ocupacional busca promover que los trabajadores lleven vida social,

<sup>1</sup> Guillermo Díaz María Nichte Loy, cursa la Maestría en Psicología Aplicada en Desarrollo Organizacional en la Universidad Autónoma de Yucatán. nicteguillermo@gmail.com

<sup>2</sup> Dra. Centeno Ley Guadalupe. Profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Yucatán. cenley@correo.uady.mx

<sup>3</sup> Dr. Góngora Coronado Elías Alfonso. Profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Yucatán. gcorona@correo.uady.mx

económicamente productiva, con la cual contribuyan al desarrollo sostenible ya que así, se estaría promoviendo el enriquecimiento humano y profesional en el trabajo (Barba 2014).

Los factores psicosociales en el trabajo se presentan debido a una interacción entre las condiciones laborales, la experiencia y percepción de los colaboradores, las cuales tienen la posibilidad de generar un impacto favorable o desfavorable en la salud y bienestar de la fuerza de trabajo, impactando directamente con esto en el desarrollo de las organizaciones (Calderón y Fernández 2017).

Históricamente las innovaciones tecnológicas han impactado de manera significativa en el trabajo. Durante la primera revolución industrial se concentraron obreros en industrias y plantas, formulando horas rígidas de trabajo. Al llegar la luz eléctrica, las jornadas de trabajo se ampliaron más allá de las horas con luz natural, impactando a las personas y a la sociedad; por lo que se adoptaron medidas respecto al número máximo de horas de trabajo; actualmente la cuarta revolución industrial, la cual combina tecnología con decisiones políticas, acercando a las personas, rompiendo las barreras del tiempo, y la distancia debido a la virtualidad, representan un nuevo reto laboral actual (OIT 2021)

Derivado de la pandemia de COVID-19 la seguridad y la salud en el trabajo han adquirido una importancia aún mayor, pues se ha recordado a la comunidad internacional la relevancia de garantizar de manera universal la seguridad y la salud en el trabajo, incluso evidenciando los déficits que existen en el trabajo para quienes continuaron laborando como personal sanitario, de limpieza, de alimentos y de correos entre otros (OIT 2021).

En México la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) trabaja en pro de la promoción de ambientes laborales sanos para todos. Su interés radica en ofrecer orientaciones, a través de mecanismos no vinculantes que procuren una cultura organizacional donde se respete la dignidad y la no discriminación de todas las personas trabajadoras. (STPS 2022). Se ha realizado una actualización a la Tablas de Enfermedades de Trabajo y la de Valuación de Incapacidades Permanentes, renovando con esto el marco legal en el ámbito de salud laboral (El Financiero 2022).

En 2018 entró en vigor en nuestro país, la norma oficial mexicana NOM-035-STPS-2018: Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención, cuyo objetivo es identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial en los centros de trabajo y con esto impulsar a todas las empresas dentro del territorio mexicano a poner atención en esta necesidad. (STPS, 2018).

Desde el enfoque del desarrollo organizacional se propone que para conseguir un entorno saludable la estructura y cultura organizacional deben de estar alineados para propiciar condiciones para implementar programas e intervenciones que favorezcan el desarrollo de una organización saludable. (Aguilar, et al, mencionado en Pulido y Torres, 2021).

## Descripción del Método

### *Escenario*

Este estudio se llevó a cabo en una empresa ubicada en Mérida Yucatán, la cual tiene una antigüedad de más de treinta años, que en sus inicios ofrecía servicios contables. Durante este tiempo han incorporado paulatinamente a su portafolio servicios de diversas actividades en beneficio de sus clientes dentro del área contable, ofreciendo también servicios de Auditoría. En 2005 abrieron un área de tecnologías de la información para automatizar los procesos de trabajo realizados con lo que el trabajo rutinario se realiza en menor tiempo. Debido a los requerimientos de los clientes, en 2018 agregaron servicios jurídicos sobre todo en el área fiscal y laboral, realizando actividades como análisis de la situación patrimonial, actualización y seguimiento de libros corporativos, análisis y realización de contratos y litigios de créditos determinados por las autoridades fiscales, estatales o federales. Para el año 2020 se abrió el departamento de Nóminas y servicios administrativos, dando pauta a un crecimiento de la empresa y de los servicios ofertados a sus clientes, llegando a estar conformada hasta ahora por veintiún colaboradores de tiempo completo, los cuales se encuentran distribuidos en diversos departamentos.

Como se mencionó con anterioridad, la empresa fue creciendo debido a los trabajos demandados, cambios implementados por instancias gubernamentales, propiciando durante todo este tiempo hacer frente a los diversos cambios económicos, tecnológicos y sociales, integrando a sus filas personas de diferentes generaciones. Para continuar con su desarrollo de manera organizada se requiere de procesos que le permitan a su equipo de

colaboradores desenvolverse de manera adecuada en un entorno saludable el cual los lleve al logro de los objetivos organizacionales para mantenerse equilibrada en el mercado.

### Diseño del Método

Desde el enfoque organizacional para llevar un proceso de intervención de cambio planeado, se requiere el uso de un modelo teórico, los cuales son de diversa índole. Existen diversos modelos que abordan fases para ayudar a los miembros de la organización a administrar el proceso de cambio, como por ejemplo, el del modelo de cambio de Kurt Lewin, que habla sobre el descongelamiento, cambio y re congelamiento; el Modelo de Ralph Kilmann, que aborda tópicos de ventaja clave que su autor considera para lograr un cambio exitoso; también está el Modelo Burke-Litwin quien hace una novedosa variante al modelo de Lewin, el Modelo del cambio planeado de Faria Mello, por mencionar algunos. (Guízar, 2013).

Una vez realizada la revisión de los diferentes modelos que ofrece el Desarrollo Organizacional, se eligió para llevar a cabo la intervención, el modelo de cambio planeado de Faria Mello el cual está dividido por fases o etapas de consultoría, imagen 1.

Este modelo está conformado por diez etapas o fases que comienzan por un *contacto* entre consultor y cliente para explorar las necesidades de este último. La segunda etapa se conforma por un *contrato* en el cual se estipulan las expectativas o compromisos mutuos. Como tercer paso, la *entrada* hace referencia a la indagación de los problemas, inconformidades o insatisfacciones. En el cuarto paso sobre *recolección de datos*, el consultor comienza la aplicación de cuestionarios, instrumentos, técnicas de entrevista y observación según corresponda. El *diagnóstico*, el cual es el quinto paso, hace referencia a la identificación y evaluación de los problemas para determinar objetivos y metas. El sexto paso es la *planeación de la intervención*, en donde se determinan todos los puntos de acción y actividades a realizar.

La *acción*, que está ubicada en el séptimo paso, hace referencia a poner en marcha todo lo determinado en el paso anterior. La *institucionalización del cambio planeado continuo* es el paso número ocho, el cual hace referencia a la realización de acciones que permitan que dicho cambio, deje de serlo y comience a ser un comportamiento oficial y habitual en la organización. El paso número nueve es el *acompañamiento y evaluación* en el cual consultor y cliente determinan la efectividad del proceso previo y el plan a seguir; para concluir el proceso con el paso número diez que es el *término* (Guízar 2013).



Imagen 1. Modelo del cambio planeado de Faria Mello.  
Fuente. Elaboración propia.

## Procedimiento y Resultados

Con base en lo antes mencionado, y tomando como referencia las necesidades expresadas por la empresa en la cual se realizó esta intervención, el objetivo del diagnóstico fue identificar los distintos niveles de riesgo psicosocial en la empresa de servicios profesionales.

A continuación, se describirá brevemente el procedimiento que se llevó a cabo para el diagnóstico de esta intervención. Durante la fase de contacto, el socio director de la empresa se comunicó con la consultora para externar el interés en cumplir con la norma oficial mexicana y comprender los diversos beneficios que su cumplimiento generaba para los colaboradores y el centro de trabajo, se expresó que hasta ese momento se habían interesado en el desarrollo de su personal para que obtuvieran más conocimientos relacionados a los temas con los que trabajaban, sin

abordar de manera formal hasta este momento temas relacionados al bienestar psicosocial de los colaboradores. Para el momento del contrato se acordó realizar un diagnóstico que permitiera identificar el nivel de riesgo por colaborador y así alcanzar la solicitud inicial, solicitando acceso a la empresa para conocer las dinámicas de trabajo e información confidencial a través de la cual se pudiera obtener una visión amplia de las condiciones laborales. En la entrada y recolección de datos se habló con los veintiún colaboradores que conforman la organización sobre los factores psicosociales, los riesgos psicosociales, la manera en la que como colaboradores se involucran con este tema, sus derechos y responsabilidades sobre esto, así como la relevancia en el centro de trabajo tanto para la empresa como para ellos durante la jornada laboral; llegando a la etapa de diagnóstico, en la cual se aplicaron los cuestionarios de la norma oficial mexicana antes mencionada, (imagen 2 y 3) en el cual se obtuvo un resultado alto en la categoría de “Factores propios de la actividad” y en el dominio de “Carga de trabajo”. Después del análisis de dichos instrumentos, se decidió aplicar la dimensión de Exigencias Psicológicas del Suseso ISTAS 21 con sus cinco sub dimensiones (Exigencias psicológicas cuantitativas, cognitivas, emocionales, de esconder emociones y sensoriales) para reforzar los resultados obtenidos previamente, (imagen 4) para concluir con esta etapa se realizó una entrevista no estructurada a los colaboradores que obtuvieron resultados altos en algún dominio de la norma o

sub dimensión del Suseso ISTAS 21 en la cual se les realizaron preguntas como ¿Qué te llevó a responder eso?, ¿Por qué crees que esto es de la manera en la que respondiste? O ¿Qué consideras que se podría hacer para mejorar el bienestar de los colaboradores referente a este tema? y así conocer los motivos de sus resultados y sus necesidades percibidas para poder diseñar un plan de intervención.

RESULTADO GENERAL POR DOMINIOS		
CONDICIONES EN EL AMBIENTE DE TRABAJO	2.09	Nulo
CARGA DE TRABAJO	24.71	Muy Alto
FALTA DE CONTROL SOBRE EL TRABAJO	8.00	Medio
JORNADA DE TRABAJO	2.52	Medio
INTERFERENCIA EN LA RELACIÓN TRABAJO FAMILIA	2.90	Medio
LIDERAZGO	4.66	Bajo
RELACIONES EN EL TRABAJO	3.76	Nulo
VIOLENCIA	4.90	Nulo

Imagen 2. Resultado general por dominios de la norma oficial mexicana.  
Fuente. Elaboración propia.

RESULTADO POR CATEGORIA		
AMBIENTE DE TRABAJO	2.09	Nulo
FACTORES PROPIOS DE LA ACTIVIDAD	32.71	Alto
ORGANIZACIÓN DEL TIEMPO DE TRABAJO	5.33	Bajo
LIDERAZGO Y RELACIONES EN EL TRABAJO	13.33	Bajo

Imagen 3. Resultado por categoría.  
Fuente. Elaboración propia.

21 Colaboradores.	VERDE		AMARILLO		ROJO	
Exigencias Psicológicas Cuantitativas (CU)	6	29%	8	38%	7	33%
Exigencias Psicológicas Cognitivas (CO)	13	62%	6	29%	2	9%
Exigencias Psicológicas Emocionales (EM)	7	33%	6	29%	8	38%
Exigencias Psicológicas de Esconder Emociones (EE)	9	43%	8	38%	4	19%
Exigencias Psicológicas Sensoriales (ES)	3	14%	10	48%	8	38%

Imagen 4. Modelo del cambio planeado de Faria Mello.  
Fuente. Elaboración propia.

Una vez obtenidos el análisis de los resultados del proceso de diagnóstico, se realizó una sesión de trabajo con el socio director de la empresa para dar a conocer la información obtenida, se mostraron los resultados de la revisión exhaustiva por el resultado de nivel alto en la categoría de “Factores Propios de la Actividad” y en el dominio de “Carga de Trabajo” los cuales con la entrevista no estructurada realizada a los colaboradores, se pudo identificar el deseo de permanecer con la carga actual de trabajo debido a que de acuerdo a lo expresado por los colaboradores entrevistados, la carga excesiva se da en meses específicos del año, sin embargo, manifestaron su deseo por mejorar sus habilidades para comunicarse con mayor claridad y asertividad, así como para solucionar de

mejor manera las situaciones que se les presentaban en el día a día en el trabajo, para encontrar nuevas soluciones a los retos laborales, al igual expresaron su deseo de adquirir técnicas que les permitieran manejar el estrés.

## Comentarios Finales

### Conclusiones

Esta intervención se realizó para conocer el nivel y factores de riesgos psicosociales de los colaboradores que conforman la empresa en cuestión. A pesar de que los resultados demostraron la necesidad de realizar una revisión a los factores propios de la actividad y de manera más específica a la carga de trabajo, se considera interesante el poco deseo de los colaboradores de realizar una redistribución de las tareas asignadas, prefiriendo aprender habilidades que les permitan hacer frente de mejor manera a las condiciones actuales de trabajo. Con base en ello, Traverso et al., 2017 habla sobre la importancia de implementar canales de comunicación adecuados que contribuyan al bienestar de las personas, impactando en el logro de los objetivos y metas laborales.

Utilizar un modelo de Desarrollo Organizacional, ha permitido que este proceso se realice de manera ordenada ofreciéndole a la empresa una intervención para la realización de esta etapa diagnóstica planeada y organizada para obtener resultados confiables, que permitan tener un panorama amplio que lleve a reducir los factores de riesgo psicosocial detectados con los instrumentos utilizados.

Es por ello, que los programas de intervención en materia relacionados con la salud ocupacional y riesgos psicosociales, son responsabilidad de la estructura jerárquica y deben de conseguir la participación de todos los trabajadores de todos los niveles de la organización (Aguilar, et al, 2018). De ahí la importancia de que en las organizaciones desarrollen ambientes seguros y saludables, tanto para los colaboradores como para la organización misma Aguilar et al en Pulido y Torres (2021).

Usar en esta intervención el enfoque en desarrollo organizacional permitió adecuarse a los factores de riesgo psicosociales ya que aborda percepciones y necesidades de los colaboradores, a través de técnicas participativas. Los factores de riesgo psicosocial son regularmente originados por las dinámicas existentes en la organización y la tarea de prevención, disminución y erradicación tiene que ser una tarea en conjunto y el desarrollo organizacional ofrece las pautas para un abordaje colaborativo, y genera el compromiso entre los integrantes de la organización. (Euán, 2018).

## Referencias

- Aguilar, C, Delille, M., Escamilla, M. y Cetina, T. (2018). Clima de seguridad ocupacional: respuesta de seguridad del jefe y conducta segura del trabajador. *Revista de Psicología Iztacala*. 21(1), 121-141. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=81516>
- Arias-Mendoza, C. A. (2017) “*Implantación de un sistema de gestión de seguridad y Salud en el trabajo basado en el modelo Ecuador*” Recuperado de: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/685>
- Barba, E; et al., (2014) “*Salud y seguridad en el trabajo: aportes para una cultura de prevención*” Recuperado de: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos\\_aires/documents/publication/wcms\\_248685.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_248685.pdf)
- Candia T. M. et. al., (2018) “*Manual del método del cuestionario SUCESO/ISTAS 21*” 2ed.
- El Financiero (2022) “COVID y cáncer laboral, entre nuevas enfermedades de incapacidad laboral ante el IMSS” Recuperado de: <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/2022/04/28/estas-podrian-ser-las-nuevas-enfermedades-para-solicitar-incapacidad-en-el-imss/>
- Euan, B. (2018). *Intervención en factores de riesgo psicosocial y entornos de trabajo saludables*. México: UADY. Recuperado de <http://redi.uady.mx:8080/handle/123456789/4420>
- Fernández- Arata, J. y Calderón-De la Cruz, G. (2017) “Modelo Demandas-Control-Apoyo social en el estudio del estrés laboral en el Perú” Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2017000400014](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2017000400014)
- Guízar, R. (2013). “*Desarrollo organizacional, principios y aplicaciones*” México: Mc GrawHill.
- NOM-035-STPS-2018, *Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018)
- Organización Internacional del Trabajo (2021) “Guía Rápida sobre fuentes y usos de estadísticas sobre seguridad y salud en el trabajo” Recuperado de: [https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/publications/WCMS\\_794841/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/publications/WCMS_794841/lang-es/index.htm)
- Pulido Cavero, C. y Torres Arce, L. (2021). *Mundo del trabajo y las organizaciones en transformación: desafíos sociales, políticos y éticos*. Perú: Aletheya.
- Rodríguez Díaz, B. L. (2018) “*Estrés Laboral: Modelo Demanda, Control Y Apoyo Social En Los Colaboradores De La Municipalidad Distrital De Sachaca, Arequipa, 2018*” Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8113>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de Riesgo Psicosocial en el Trabajo-Identificación, análisis y prevención. *Diario Oficial de la Federación*.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2022) ¿Qué hacemos? Recuperado de: <https://www.gob.mx/stps/que-hacemos>
- Traverso Holguin, P. A. (2017) “La Comunicación Efectiva cómo Elemento de Éxito en los Negocios” Recuperado de: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2467>

# Evolución del Modelo Estatutario al Contractualista en la Negociación Colectiva de la Administración Pública: El Caso Peruano del Derecho Fundamental vs Principio Presupuestal

Dr. Julio Enrique Haro Carranza<sup>1</sup>, Gustavo Andrés Haro Vargas<sup>2</sup>, Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche<sup>3</sup>

**Resumen**—El artículo busca comprender y explicar la evolución del modelo estatutario hacia el modelo contractualista de la relación de los servidores públicos con el Estado Empleador en diferentes países de la región de AL; en especial en el Perú, en lo que se refiere a la negociación colectiva en el sector público, tal como lo denomina su Ley en vigencia. Es en esencia analizar los impactos que se tendría en las arcas fiscales y en la gestión de los RR.HH. una aplicación sin límites al derecho de negociación colectiva, toda vez que la aprobación de esta Ley fue un “parto difícil” debido a que hubo normas dadas por el Ejecutivo (A favor del modelo estatutario), y leyes dadas por el Congreso (a favor del modelo contractualista), observadas por el Ejecutivo, hasta la aprobación de la Ley 31181, que fue aprobada por insistencia por el Congreso ante la observación del otro Poder del Estado. El análisis es de carácter interpretativo, su enfoque es cualitativo y responde a la hermenéutica jurídica. Se describe las actitudes institucionales del Estado al establecer por un lado “candados excesivos” y, por otro lado, la “amplia libertad” de este derecho por parte de los servidores. Se concluye que el modelo contractualista se viene imponiendo en América Latina, que si bien favorece a los servidores públicos no necesariamente favorece a la sociedad en general.

## Introducción

Teniendo en cuenta las reformas del empleo público acaecidas en diferentes países de América Latina, inspiradas todas ellas en el cambio paradigmático de la administración pública weberiana a la Nueva Gestión Pública y especialmente en el acuerdo internacional suscrito en Bolivia de nombre “La Carta Iberoamericana de la función pública” propuesta por la ONU, que proponía reformas profundas en materia de recurso humanos caracterizadas por la meritocracia y la capacidad, la vocación de servicio, la eficacia en el desempeño de la función, pública, entre otros (CLAD/ONU, 2003); ha retornado la vieja disputa, entre dos clásicas teorías sobre la relación Servidores Públicos y el Estado empleador: La Estatutaria o unilateralista y la contractualista o laboral, habiéndose evidenciado un notorio crecimiento de esta última cuando se regulaba la negociación colectiva económica en el sector estatal.

La Teoría estatutaria o unilateralista se enmarca dentro del derecho administrativo, en que primaba la hegemonía del Estado Empleador y los servidores públicos eran la parte más débil de esta desequilibrada relación. Ellos, se tenían que someter a un estatuto. Haro (2018) consideraba que esta teoría se gestó en la Francia Napoleónica dentro del modelo cerrado, promocionada por autores como Maurice Hauriou, Gastón Jèze y Duguit, teniendo gran recepción internacionalmente; la teoría estatutaria ha ido perdiendo terreno ante la aparición de la teoría o modelo contractualista. De igual manera, Otto MAYER, mencionado por Martin Bullinger (2005), consideraba como una herencia del Estado autoritario monárquico al ámbito de la Administración Pública.

La Teoría contractualista o laboral considera que la relación Estado, servidor es un contrato laboral común en lo que se dan los tres elementos característicos, el servicio personal, la subordinación y la remuneración; por consiguiente, adquieren todos sus derechos laborales. Al respecto Rafael Bielsa (1956) afirma que; Las relaciones jurídicas que existes entre empleados y el Estado es contractual, pues posee y tiene todos los caracteres de un contrato y especialmente de adhesión, pues el empleado sólo acepta las condiciones establecidas. Considera que la diferencia que existente entre estos contratos y los de derecho común es que los primeros responden a un interés general (derecho público) y el segundo responde a un interés privado (derecho laboral privado).

Para Edgardo Balbín (2005) lo esencia del contrato laboral no se desvirtúa con la imposición del interés público, la que sólo adicionará algunas particularidades, de allí que plantea la plena funcionalidad del Derecho de la Negociación Colectiva en la relación del empleo público. Considera que la posición contractualista que es el soporte del modelo social y democrático del Estado determina la superación absoluta del unilateralismo del Estado en la administración de los recursos humanos. Para esta teoría las relaciones laborales son exactamente igual a la relación

---

<sup>1</sup> Dr. Julio Enrique Haro Carranza, es docente en la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Perú. [jharocarranza@gmail.com](mailto:jharocarranza@gmail.com) (Autor corresponsal)

<sup>2</sup> Maestrando Gustavo Andrés Haro Vargas, es economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú y maestrando en finanzas en la Universidad del Pacífico, Lima-Perú. [gustavoharovar@gmail.com](mailto:gustavoharovar@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche, es docente en la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Perú; [manuelangelperez@gmail.com](mailto:manuelangelperez@gmail.com)

laboral común por lo que es de aplicación todos los derechos establecidos en los convenios de la OIT y en los principales instrumentos internacionales sobre derechos humanos.

En América Latina ha ido evolucionando entre estos dos enfoques. Desde una clara concepción estatutaria conservadora hacia una progresista concepción contractualista o laboral. Ejemplo de ello son Argentina y México. En el caso del Perú y Colombia esta evolución está relativamente controlada; siendo Chile uno de los países que mantiene todavía grandes rasgos del modelo estatutario.

Al respecto, un factor importante en el avance hacia un modelo contractualista lo dan principalmente las clases política y también la presión de las organizaciones sindicales de la administración pública para lograr dos importantes derechos: uno el de la estabilidad laboral y el otro la aplicación de una negociación colectiva sin (o mínimas) restricciones como se observa en Argentina y México.

Los países mencionados han ratificado convenio relacionados con la sindicalización y negociación colectiva de los trabajadores privados y del empleo público: Convenio 87, Convenio sobre la libertad sindical y la protección del derecho de sindicación, 1948; Convenio 98, Convenio sobre el derecho de sindicación y de negociación colectiva, 1949; Convenio 151, Convenio sobre las relaciones de trabajo en la administración pública, 1978; Convenio 154, Convenio sobre la negociación colectiva, 1981. Sólo Colombia y Argentina han cumplido con ratificar estos convenios. México sería el único país que no ha ratificado el convenio 151 y Perú, Chile, y México no han ratificado el convenio 154 (Organización Internacional del Trabajo, 2022)

En Argentina, Salas (2018) considera que la estabilidad del empleado público se ha consolidado porque de acuerdo a la normatividad vigente el que fuere destituido sin imputarle alguna causal, tiene derecho a su reposición. De igual manera, da cuenta que mediante la Ley 24,185 en 1992, el Estado empleador argentino renuncia a la facultad unilateral de fijar las condiciones laborales, propia de la tradición estatutaria de los Estados modernos para receptar el reconocimiento por el que los trabajadores estatales organizados sindicalmente son actores de pleno derecho para fijarla con la Administración. Asimismo, en México, Ascencio Aceves (2021) al analizar el porqué del estancamiento del servicio civil de carrera en México, consideraba que algunos de los resultados negativos se deben a distintas decisiones que cambiaron “la forma” o “el fondo” con que se gestiona el Servicio Profesional de Carrera. Por ejemplo, por las consideraciones políticas que se tuvieron al momento de crear la Ley del Servicio Profesional de Carrera en la Administración Pública Federal de no incluir al grueso de los funcionarios de la Administración Pública Federal — que estaban sindicalizados y se oponían a procesos de evaluación—es un hecho “de fondo” que redujo mucho el alcance del SC. Una decisión “de forma” es la prioridad que las administraciones asignaban a la política de SC, pues dicha prioridad afecta en la designación de presupuesto para el desarrollo del SPC y señala que México ha sido evaluado más de una vez por el BID en materia del Servicio Civil y sus resultados han salido desfavorables.

En Colombia, Zapata & Mesa (2020), al analizar el empleo público en Colombia mencionan que estas son de naturaleza laboral, pero de carácter especial. El Estado es el empleador, pero tiene grandes prerrogativas en su facultad de dirección. Ellos convienen en manifestar que se inscriben en el modelo estatutario o legales reglamentarias (Ley 1437/2011, de 18 de enero, art. 104). A su turno Edgardo Balbín (2005) caracteriza al modelo estatutario como relaciones: a) de derecho público lo cual sugiere desigualdad jurídica entre el Estado y los empleados, b) fundadas en el interés general, c) configuradas unilateralmente y d) necesitadas de un estatuto para la definición de las condiciones laborales. Zapata, Diana y Mesa, Hernán (2018) expresan que “esta relación estatutaria con el Estado ha imposibilitado históricamente la penetración de las instituciones del derecho laboral, en particular el derecho a la negociación colectiva. Ello corresponde al modelo de función pública adoptado por Colombia, que es el continental europeo de inspiración francesa”

En Chile, Enrique Rajevic (2018) al analizar la crisis en la regulación del empleo en Chile señala que en materia colectiva los trabajadores del sector público no tienen derecho a sindicalizarse, ni a negociar colectivamente ni a declararse en huelga, los dos primeros puntos por no admitirlo la ley y el último por mandato constitucional. En efecto, el Art. 84 i) del EA prohíbe “organizar o pertenecer a sindicatos en el ámbito de la Administración del Estado...”, en tanto que el Art. 304, inc. 3 del Código del Trabajo, prohíbe la negociación colectiva “en las instituciones públicas o privadas cuyos presupuestos, en cualquiera de los dos últimos años calendario, hayan sido financiados en más del 50 por ciento por el Estado”.

En Perú la situación es bastante confusa, ya que después de la creación del Servicio Civil y su ente rector SERVIR, que proponía aplicar un solo régimen del empleo público para eliminar la dispersión normativa (4 regímenes laborales y una gran cantidad de regímenes especiales) hacían del empleo público un “caos normativo, que al 2021 sólo habían pasado al nuevo régimen 2,693 servidores de no más no más de 5 entidades de las más de 2200 las que componen la administración pública peruana. Ello constituía un fracaso en la modernización de la gestión del Estado.

Una de las causas es la férrea oposición de los sindicatos de los servidores públicos que se negaban a ser evaluados y el apoyo de políticos de la izquierda. La información se presenta en el Cuadro 1

RÉGIMEN LABORAL	POBLACIÓN DE SERVIDORES	PORCENTAJE SERVIDORES	TASA DE SINDICALIZACIÓN
D. Leg. 276, Carrera administrativa	168,578	11.1%	27%
D.Leg. 728, Régimen laboral privado	95,893	6.4%	45%
Carreras especiales	817,250	54.2%	6%
Contratación Administrativa de Servicios CAS	358,779	23.8%	9%
Nuevo régimen del Servicio Civil - SERVIR	2,693	0.2%	0%
Otros, no especifica	64,281	4.3%	10%
<b>Total</b>	<b>1,507,474</b>	<b>100%</b>	<b>15%</b>

Cuadro 1. Población de servidores por régimen laboral y tasa de sindicalización, tomado de la Planilla electrónica 2021 (MTPE) y AIRHSP 2021 (MEF).

La figura 1 muestra un resumen desagregado de los presupuestos públicos de Perú, Chile, Colombia, México y Argentina. Se destaca principalmente que los países que desarrollan más características del modelo contractualista (Argentina y México), asignan un mayor porcentaje del presupuesto a las remuneraciones y prestaciones sociales en desmedro del porcentaje que se asigna a gastos de capital (Inversiones en activo fijo, infraestructura, entre otros). Por el contrario, los países que todavía mantienen rasgos del modelo estatutario asignan un menor porcentaje a remuneraciones y prestaciones sociales, incrementando el porcentaje que se le asigna a los gastos de capital.

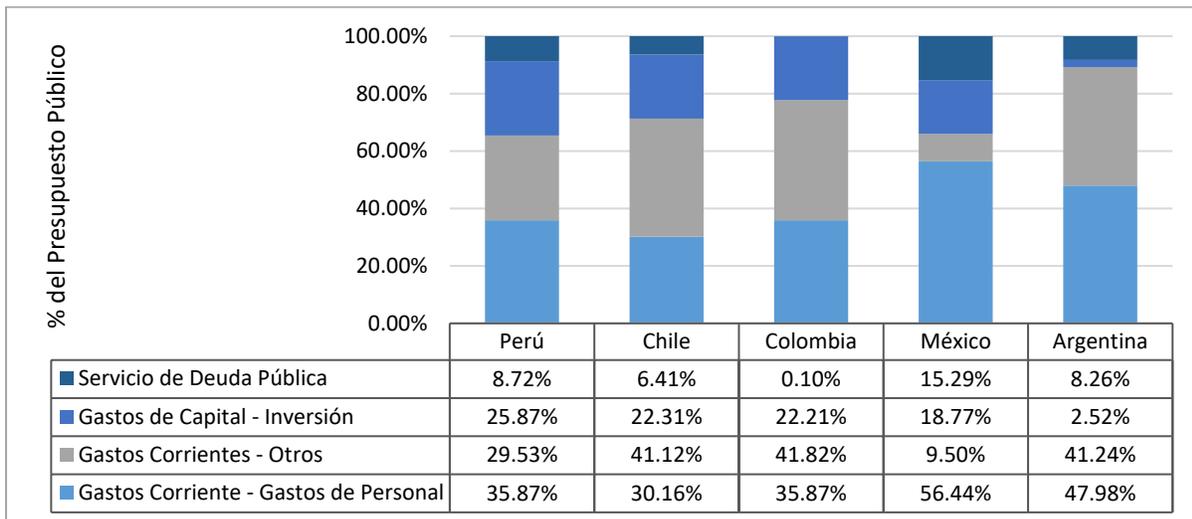


Figura 1. Resumen Desagregado del Presupuesto Nacional de Países de la Región año 2022; tomado del Ministerio de Economía-Hacienda de Países de la Región. Para México se toma Presupuesto gasto programable y servicio de deuda. El gasto de personal incluye remuneraciones directas e indirectas, pensiones y prestaciones sociales.

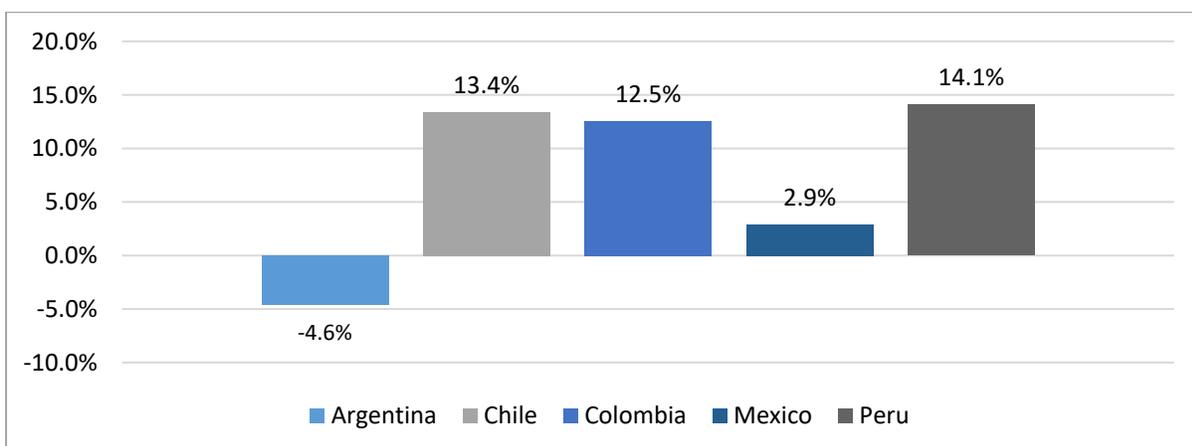


Figura 2. Crecimiento acumulado del PBI de países de la Región 2015-2021. Información tomada del Fondo Monetario Internacional 2022

Según la teoría económica, definida en el modelo IS\_LM de Hicks y Hansen, (Mankiw, 2014) la demanda agregada se constituye por los siguientes componentes: consumo, inversión, gasto público y exportaciones netas y son los países que destinan más sus recursos a la inversión los que logran sostenibilidad en su crecimiento económico. Si bien, no se puede expresar una causalidad, si se puede observar de manera cualitativa que los países que más asignan presupuesto a las remuneraciones (por ende, menos inversiones en gasto de capital) tiene crecimiento económico menor, tal como se muestra en la figura 2, países como Perú, Colombia y Chile muestran un mayor crecimiento acumulado de su PBI en el periodo 2015 al 2021. Pasa lo contrario en el caso de Argentina (-4.6%) y de México (2.9%).

La reforma del empleo público en América Latina y en el Perú, especialmente en lo referido a la Negociación colectiva no ha estado exenta de la colisión entre la teoría estatutaria y contractualista. La primera propone que toda negociación colectiva, especialmente la económica debe tener restricciones o “candados” que asegure la negociación de montos razonables a fin de no afectar la “caja fiscal” que ponga en peligro la buena atención de los servicios públicos a favor de los ciudadanos en general. Considera que la relación del empleo público es atípica, porque el empleador es el Estado, decir la sociedad organizada, por lo que las consecuencias de toda negociación colectiva en este sector deben estar sujetos a límites presupuestales. Por otro lado, el enfoque contractualista considera que la negociación colectiva en el Estado no debe tener restricciones por ser un derecho fundamental y constitucional y que los “candados” que se pretende aplicar afectan el núcleo duro de este derecho.

En el caso peruano la evolución legislativa de la negociación colectiva se inicia en 1950 con el Decreto Ley 11377, Ley del Estatuto y escalafón del Servicio Civil, de corte eminentemente estatutario, pasando por diferentes normativas oscilando entre el enfoque contractualista y estatutario de acuerdo a su contenido, tal como lo observamos en la Tabla 2.

NUMERO, EMISOR Y FECHA	TÍTULO DE LA NORMA	DISPOSICIÓN NORMATIVA	CONCEPCIÓN TEORICA
Decreto Ley 11377 Poder Ejecutivo (1950)	Ley del Estatuto y Escalafón del Servicio Civil.	Prohibía la Negociación Colectiva Económica (NCESE)	Estatutaria
Decreto Legislativo 276-1984 Poder Ejecutivo	Ley de bases de la Carrera Administrativa	Prohibía la Negociación Colectiva Económica (NCESE)	Estatutaria
Ley 28175-Poder legislativo 28/02/2004	Ley Marco del Empleo Público	Pretendía reforma el empleo público considerando algunas instituciones del derecho laboral privado.	Contractualista
Ley 30057-Poder Legislativo	Ley del Servicio Civil	En sus at. 43 y 44 prohibía la Negociación colectiva económica.	Estatutaria
Decreto de Urgencia 014-2020. Poder Ejecutivo (23/01/2020)	Decreto de Urgencia que regula disposiciones generales necesarias para la negociación colectiva en el Sector Público	Establece una serie de limitaciones excesivas que desnaturalizan la NCESE	Estatutaria
Ley 31114-Poder Legislativo (23/01/2021)	Ley que deroga el Decreto de Urgencia 014-2020, Decreto de Urgencia que regula disposiciones generales necesarias para la negociación colectiva en el Sector Público	Deroga el D:U: 014-2020.	Contractualista
Autógrafa de la Ley Poder Legislativo(27/11/2018)	Autógrafa de la Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal	Se otorgan libertades de actuación a los sindicatos de servidores públicos en materia NCESE	Contractualista
Observación del Poder Ejecutivo (17/12/2018)	Observación a la Autógrafa Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal	Observación de la Autógrafa, respecto a a que esta afectaría a la caja fiscal	Estatutaria
Ley 31188 – Poder legislativo (2/05/2021)	Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal	Por insistencia del Congreso de la República se aprobó la Ley 31188.	Contractualista

Tabla 2. Evolución normativa del derecho a la negociación colectiva en la administración pública Sistema Peruano de Información Jurídica – SPIJ, Congreso de la República del Perú y Tribunal Constitucional

Respecto al Derecho a la Negociación Colectiva en el Sector Público (NCESE) y la jurisprudencia Constitucional, nos de los motivos por los que se restringió el derecho de la negociación colectiva de los servidores públicos, especialmente en materia económica, fue el hecho que el artículo 42 de la Constitución Peruana no la consideraba expresamente ya que estableció que: “se reconocen los derechos de sindicalización y huelga a los SSPP”. No se consideraba textualmente a la negociación colectiva.

El TC. ha precisado que si bien el artículo 42 de la CP, no considera expresamente este derecho, debe entenderse que éste se encuentra circunscrito en el derecho de sindicalización o en el derecho de libertad sindical ya que uno de los principales motivos para organizarse sindicalmente es precisamente para negociar colectivamente.

Así también, Haro Carranza (2018) considera que el Magno Tribunal ha establecido que corresponde a los servidores del Estado lo señalado en el artículo 28 de la Constitución Peruana que señala “el Estado reconoce los derechos de sindicalización, negociación colectiva y huelga. Cautela su ejercicio democrático. (...)”. Pero también se ha pronunciado respecto a las facultades del Estado en materia económica: que, a través del Poder Ejecutivo, le corresponde, Administrar los tributos. (art. 74); presentar el respectivo Proyecto de Ley de Presupuesto General de la República para su debate en el Congreso (art. 78) y Administrar la hacienda pública (art. 118, inciso 17) y negociar los empréstitos (art. 118, inciso 16). De igual manera, al Poder Legislativo le corresponde aprobar la Ley de Presupuesto, cuyo proyecto es remitido por el presidente de la República.

Der igual manera, el Tribunal Constitucional estableció que “una negociación colectiva en el ámbito laboral implica contraponer posiciones, negociar y llegar a un acuerdo real que ambas partes puedan cumplirlo. En tal sentido, no porque la Ley disponga que todo acto relativo al empleo público que tenga incidencia presupuestaria deba estar debidamente autorizado y presupuestado se vulnera el derecho a la Negociación Colectiva, pues después de los acuerdos logrados mediante la Negociación Colectiva (...) los que tengan incidencia económica se podrá autorizar y programar en el presupuesto siguiente”.

Finalmente, ha declarado la constitucionalidad de la Ley 31118, Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal, que el Poder Ejecutivo demandó por que violaba el principio de equilibrio presupuestal, también de carácter constitucional, entre otros. Al respecto el TC (Constitucional, 2021) consideró que el presupuesto público, de duración anual, se debe regir por determinados principios señalados en la Constitución, como ejecución orientadas eficientemente hacia la atención de los fines prioritarios del Estado; la asignación equitativa de los recursos, su adecuada programación; entre otros.

NUMERO EXPEDIENTE	TÍTULO DE DEMANDA	FALLO	CONCEPCIÓN TEORICA
STC del TC recaída en el Exp.00003-2013-PI/TC y otras demandas de inconstitucionalidad contra el artículo 6 de la ley 29812- Ley de Presupuesto.	Demanda de inconstitucionalidad contra el artículo 6 de la Ley 29821 – Ley del Presupuesto diversos artículos de la Ley 30057, Ley el Servicio Civil	El TC se ha pronunciado en contra de las normas presupuestales que prohibían aumentos salariales a los servidores públicos.	Contractualista moderada
STC Exp. 0025-2013-PI/TC; 0003-2014-PI/TC; 0008-2014/TC; 0017-2014/TC. Tribunal Constitucional	Demanda de inconstitucionalidad contra diversos artículos de la Ley 30057, Ley el Servicio Civil	Declaró inconstitucionales las prohibiciones de la Ley 30057.	Contractualista moderada
Demanda de Inconstitucionalidad Exp. 00018-2021-PI/TC. Poder Ejecutivo (03/06/2021)	Demanda de Inconstitucionalidad de la Ley 31118, Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal, Exp. 00018-2021-PI/TC.	Observación de la Autógrafa, respecto a que esta afectaría a la caja fiscal	Estatutaria
STC. Exp. 0018-2021-PI/TC Tribunal Constitucional (...)	Sentencia del TC, recaída en el Exp. 0018-2021-PI/TC, demanda de inconstitucionalidad contra la Ley 31118	Declaró infundada la demanda por no alcanzar los votos necesarios.	Contractualista moderada

Tabla 3. Principales sentencias del Tribunal Constitucional sobre la Negociación colectiva en el Sector Público. Elaborada con base a las sentencias del Tribunal Constitucional

Respecto a que si debe prevalecer el principio de equilibrio presupuestal y con él los principios de previsión y provisión presupuestaria sobre el derecho a la negociación colectiva en la administración pública el Magno Tribunal se ha pronunciado en el sentido que no existe colisión entre el derecho a la NCSP y el principio de provisión presupuestaria, sí el producto de ésta (el acuerdo) se considera en el siguiente periodo presupuestario para su aprobación. La aprobación presupuestaria corresponde al Poder Legislativo, por lo que este no debe olvidar que existen numerosos proyectos y programas sociales que tiene que atender a grandes poblaciones vulnerables por lo que tiene que administrar razonablemente las arcas fiscales. Por ello, consideramos que se hace necesario establecer ciertas restricciones a la NCSP. Esta propuesta es coincidente con la vertida por la OIT (2013).

Para Carlos Blancas, Jorge Danós Ordoñez y Elmer Arce Ortiz docentes en la PUCP (Ortiz et al., 2015) se debe diferenciar las relaciones laborales en el sector privado de las observadas en la administración pública, ya que de por medio está intereses individuales o colectivos de naturaleza privada y del otro el interés general o nacional, pero coinciden en que las restricciones que se impongan no debe afectar sustancialmente el derecho fundamental a la negociación colectiva.

En consecuencia, tanto los servidores públicos o sus representantes sindicales y los altos funcionarios del MEF y SERVIR, así el Congreso de la República, deben realizar los esfuerzos necesarios para lograr una modificación a la Ley 31118 para darle un equilibrio razonado, abandonando sus posiciones extremas y recogiendo los lineamientos del TC y de las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo OIT) para lograr una paz social.

### **Descripción del Método**

La investigación tiene un enfoque cualitativo con aplicación del método hermenéutico, que técnicamente se entiende como es la teoría científica del arte de interpretar los diferentes elementos o textos (Dueñas 2011). Empleó la técnica la investigación documental, que según Tamayo y Tamayo (2000), consiste en revisar minuciosamente información documentaria y cualquier tipo de publicación; y se organizó mediante cuadros de contenido que agrupan información sobre las subcategorías: como la teoría estatutaria o unilateral y la teoría contractualista o laboral. De igual manera, se realizó un análisis económico en cinco países de la región para comparar el impacto de estas corrientes en su desarrollo económico. Se analizó las diferentes normativas y sentencias del Tribunal Constitucional respecto a la negociación colectiva del Sector Público. Con esta información se obtuvieron resultados, realizándose la discusión correspondiente para llegar a las principales conclusiones.

### **Resultados**

Se mantiene en América Latina la colisión entre el modelo estatutario o unilateral y el modelo contractualista o laboral, sin embargo, este segundo modelo viene superando al primero en algunos países de la región.

Se ha evidenciado que algunos países han dado mayores derechos a los sindicatos de servidores públicos, acercándose más hacia modelos contractualistas como es el caso de México y Argentina; otros en cambio su avance hacia modelos contractualistas es más lentos como el caso de Colombia, Perú y Chile.

Se ha obtenido algunas evidencias de carácter económico que una de las distintas posibles causas en la disminución del desarrollo económico de determinados los países es el hecho de destinar un mayor presupuesto público a los gastos corrientes especialmente al pago de remuneraciones y prestaciones sociales.

La determinación de una Ley de Negociación Colectiva en el caso peruano no ha estado exenta de colisiones de estos dos modelos de relación laboral en el Estado. Esto viene ocurriendo desde el 2008, año en que se creó Servir como órgano rector de los recursos humanos en el Perú. Han pasado catorce años y hasta la fecha no se cumple con una verdadera reforma del Empleo público. Sin embargo, se ha aprobado la Ley 3118, Ley de la negociación colectiva en el Sector Público, que a pesar de no haber sido declarada inconstitucional por el Tribunal Constitucional (por haber alcanzado los votos), requiere de algunas modificaciones para su perfeccionamiento, para que cumpla con el objetivo de negociar con paz social y no con conflictos permanentes en la administración pública.

La gran mayoría de especialistas coinciden en que, si bien se debe respetar el derecho fundamental a la negociación colectiva de los servidores públicos, no es menos cierto que este derecho se debe otorgar cumpliendo los principios de equilibrio presupuestas que también tiene rango constitucional

### **Discusión y conclusiones**

Dentro de los enfoques teóricos contractualistas con mínimas características del enfoque estatutario, lo que un estudio lo denominó *contractualismo atenuado* (Haro Carranza, 2018) coincide con Blancas (Blancas et al., 2015) y la Defensoría del Pueblo (2017) cuando expresan de diferentes formas, que el presupuesto equilibrado constituye una herramienta fundamental para garantizar una eficiente utilización de los recursos del estado; en consecuencia, su debe generarse razonables incrementos salariales para los servidores públicos, sin que ello signifique su prohibición o desnaturalización, por ser un derecho fundamental establecido en la carta magna

La posición por mayoría del Tribunal Constitucional de no declarar la inconstitucionalidad de la Ley 31118, Ley de Negociación Colectiva en el Sector Estatal, no significa que esta norma sea perfecta, por lo que debería perfeccionarse para que esta cumpla con el objetivo de ejercerse este derecho fundamental, pero con la aplicación de los principios presupuestales, a fin de este sea un instrumento de una paz social y no una causa de conflictos permanentes en el Estado peruano.

Las relaciones laborales entre el Estado empleador y los servidores públicos en América continúa la evolución del modelo estatutario o unilateral hacia el modelo contractualista, teniendo como base el Estado Social y democrática de las naciones y como resultado de los tratados internacionales, especialmente provenientes de la Organización Internacional del Trabajo.

Existe evidencias de carácter económico que los países que destinan mayor presupuesto público a los gastos corrientes especialmente al pago de remuneraciones y prestaciones sociales, su desarrollo económico es menor a los países que hacen lo contrario.

No se puede permitir la existencia de prohibiciones sino de restricciones necesarias para el buen manejo presupuestario a la negociación económica en la administración pública. Lo que no se puede permitir es que el Estado haga las veces de “Juez y parte” estableciendo limitaciones excesivas que desvirtúan y atentan contra la autonomía de la negociación.

Consideramos que, si debe existir un informe económico financiero, que es fundamental, pero que la Ley 3118 la ha eliminado, porque la legislación anterior establecía que este debía ser emitido por el Ministerio de Economía y Finanzas y era de carácter vinculante. Consideramos que este debería ser emitido por una Institución con plena autonomía constitucional como podría ser el Banco Central de Reserva del Perú. Otra opción sería el propio Congreso de la República o finalmente el Consejo Fiscal institución autónoma pero adscrita al MEF, creada para dar informes independientes respecto a la gestión macro fiscal del Estado.

La naturaleza jurídica de la NCSP debe ser contractualista ya que el Estado y los servidores públicos deben negociar libremente, pero dentro de un marco presupuestario establecido en la Constitución Política del estado (artículos 78 y 79). Consecuentemente con la ley vigente se está pasando de una prohibición casi absoluta a una de libre negociación económica.

El incumplimiento de los principios presupuestales, que también tienen rango constitucional para poner restricciones y no prohibiciones, posibilita un desborde en las exigencias de los sindicatos de servidores públicos; lo que origina un déficit presupuestal en lo destinado a la atención de los sectores vulnerables de la población y en lo destinado a las inversiones nacionales para el crecimiento económico y social.

### Referencias

- Ascencio Aceves, L. (2021). *El Servicio Civil de carrera en México: UN proceso estancado*. 1–56. [http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/4490/TESIS\\_LSAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/4490/TESIS_LSAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Balbin, E. (2005). *Unilateralismo y negociación colectiva en la administración pública*. Lima: Fondo Editorial Universidad Católica del Perú.
- Bielsa, R. (1956). *Derecho administrativo: Los agentes de la administración pública. Funcionarios y empleados. El dominio público (Vol. 3)*. R. Depalma.
- Blancas, C., Ortiz, E. A., & Danós, J. (2015). La Negociación Colectiva en materia remunerativa en el sector público y su relación con el Presupuesto Público. *IUS Et Veritas*, 51, 370–380.
- CLAD/ONU. (2003). Carta iberoamericana de la función pública. In *Carta iberoamericana de la función pública (Vol. 2003)*. <https://clad.org/wp-content/uploads/2020/07/Carta-Iberoamericana-de-la-Funcion-Publica-06-2003.pdf>
- Constitucional, T. (2021). *Sentencia 984/2021, Caso Negociación Colectiva en el Sector Público. Exp. 00018-2021-PI/TC* (pp. 1–62). <https://tc.gob.pe/jurisprudencia/2021/00018-2021-AI.pdf>
- Haro Carranza, J. E. (2018). Naturaleza jurídica de la negociación colectiva en la relación Estado-servidores públicos: Una propuesta a la incertidumbre en la administración pública peruana 2016 2017. *Universidad César Vallejo*, 1–346. [file:///C:/Users/pc/Downloads/Haro\\_CJE.pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Haro_CJE.pdf)
- Mankiw, N. G. (2014). *Macroeconomía* (A. Bosch (ed.); 8ava ed.). <file:///C:/Users/pc/Downloads/Macroeconomía - N. Gregory Mankiw.pdf>
- Bullinger, M. (2005). El service public" francés" y la Daseinsvorsorge en" Alemania". *Revista de administración pública* , (166), 29-49.
- Organización Internacional del Trabajo. (2022). *Ratificaciones por país*.
- Ortiz, E. A., Danós, J., & Blancas, C. (2015). La Negociación Colectiva en materia remunerativa en el sector público y su relación con el Presupuesto Público. *IUS Et Veritas*, 51, 370–380.
- Rajevic, E. (2018). La Crisis de la Regulación del Empleo Público en Chile: Ideas para un nuevo modelo. *Un Estado Para La Ciudadanía: Estudios Para Su Modernización, 2017*, 403–432. <https://www.cepchile.cl/cep/libros/la-crisis-de-la-regulacion-del-empleo-publico-en-chile-ideas-para-un>
- Salas, E. (2018). Luces y sombras en el proceso de consolidación del régimen de empleo público en la administración nacional de Argentina . Contribuciones para una agenda consensuada Resumen Palabras clave Keywords. *GIGAPP Estudios Working Papers, 109–2018*, 606–650. [file:///C:/Users/pc/Downloads/127-Texto del artículo-475-1-10-20190202 \(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/127-Texto del artículo-475-1-10-20190202 (1).pdf)
- Zapata, D. C., & Mesa, H. D. (2020). Las condiciones del trabajo y la negociación colectiva de los empleados públicos en Colombia. *Revista de Derecho*, 53(00), 205–231. <http://www.scielo.org.co/pdf/dere/n53/2145-9355-dere-53-205.pdf>

### Notas Biográficas

El **Dr. Julio Enrique Haro Carranza**, es docente de la Escuela de Posgrado en la Universidad César Vallejo, Perú. Es Administrador de empresas y abogado por la Universidad Nacional Federico Villarreal; es Magister en Administración del Trabajo y Relaciones Industriales por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega y Magister en Ciencia Política por la Universidad César Vallejo; Doctor en Administración y Doctor en Derecho, ha publicado libros y artículos sobre materia laboral, administrativa, jurídica y política.

El **candidato a Magister Gustavo Andrés Haro Vargas**, es Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Realiza sus estudios de Maestría en Finanzas en la Universidad del Pacífico, ha seguido el Diplomado Internacional en Gestión Financiera – CENTRUM – EADA Business School, Pontificia Universidad Católica del Perú.

El **Dr. Manuel Angel Pérez Azahuanche** es Docente en la Universidad César Vallejo, Perú. Es especialista en el área de Ciencia y Tecnología aplicada a la Educación, tiene un título profesional en la especialidad de Electrónica y una Licenciatura en Educación en la especialidad de Ciencia y Tecnología de la Universidad San Ignacio de Loyola; es Magister en Educación con mención en Docencia y Gestión educativa, Doctor en Administración de la Educación y Maestro en Docencia Universitaria. Cuenta con publicaciones científicas, reconocido como investigador por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC.

## Reubicación de la Central de Abasto de Villahermosa, Tabasco

Arq. María Hernández García<sup>1</sup>, Arq. Jhoana del Carmen Vicente González<sup>2</sup> y Arq. Angélica del Carmen Lizardo Pérez<sup>3</sup>

**Resumen-** La agricultura constituye una actividad importante en Tabasco debido a las condiciones del suelo y del clima por tanto quienes se dedican a esta actividad requieren de espacios donde concentrar e intercambiar sus productos. En los últimos 5 años la Central de Abasto de Villahermosa se ha visto rebasada en su capacidad debido al incremento de actividades comerciales, lo cual repercute en la operatividad de los locatarios y usuarios. El Plan de Desarrollo del Municipio de Centro contempla la remodelación de las instalaciones, sin embargo, la creciente demanda y la limitación de espacios imposibilita el funcionamiento de la central actual. Por tanto, se planteó el proyecto de la reubicación de la Central de Abasto, para satisfacer la demanda actual.

**Palabras claves:** agricultura, actividades comerciales, central de abasto, locatarios.

### Introducción

Las Centrales de Abasto son unidades comerciales de distribución de productos alimenticios provenientes de diferentes centros de producción, que proporcionan a la población servicios de abastecimiento al mayoreo y menudeo, para surtir de estos a los comerciantes especializados (Las centrales de abasto mayoristas en México, 2016).

La producción agropecuaria Nacional se distribuye un 70% a través de estas unidades, con lo cual se logra la vinculación de los productores primarios con los establecimientos minoristas y garantizan productos frescos para una alimentación eficiente, sana, variada y a precios bajos (Las centrales de abasto y los mercados mayoristas, 2016).

La Central de Abasto de Villahermosa en los últimos cinco años se ha visto rebasada en su capacidad, debido al incremento de sus actividades, lo cual repercute en la operatividad de los locatarios y los usuarios (COPLADET 2019-2024, 2020). Al mismo tiempo carece de espacios de estacionamiento para vehículos particulares y un patio de maniobra para camiones de carga y descarga, lo cual provoca congestión vial dentro y fuera de la unidad.

Por consiguiente, se planteó la propuesta de reubicación hacia un lugar estratégico, con la finalidad de mejorar las condiciones de servicio y para beneficio de la población en general.

### Descripción del método

El desarrollo de esta investigación tendrá como idea principal la reubicación de la Central de Abasto de Villahermosa, Tabasco. El método de investigación que se empleó para llevar a cabo este proyecto es el método mixto porque se hizo investigación documental y de campo, por lo que fue necesario recolectar información relevante y necesaria. Se realizaron entrevista y encuesta a los locatarios para conocer más afondo las necesidades que existen en sus instalaciones, así también la revisión bibliográfica de investigaciones que se han realizado sobre el tema que estén relacionadas con nuestra investigación y, por último, se analizaron los documentos legales que contribuyen con información necesaria para la construcción de la Central de Abasto.

A través de lo anterior se desarrolló y se profundizó sobre el proyecto en donde se llegó a una solución viable que permitió alcanzar el objetivo planteado y a su vez se establecieron los alcances del proyecto.

La idea de la forma radial del proyecto arquitectónico surge a partir del estudio del proceso de la germinación de las semillas hasta desarrollar sus primeras hojas y convertirse en plantas. La forma radial se debe para dar solución a la circulación de los vehículos que transportan la materia prima de los productos alimenticios en donde el centro concentra todos los servicios más importantes.

---

<sup>1</sup> María Hernández García es estudiante de la Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

[lmery\\_09@hotmail.com](mailto:lmery_09@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Jhoana Del Carmen Vicente González es estudiante de la Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, Villahermosa, Tabasco.  
[jhoanvicente98@gmail.com](mailto:jhoanvicente98@gmail.com)

<sup>3</sup> M. en. V. Angelica Del Carmen Lizardo Pérez es profesora de la Universidad Juárez Autónoma De Tabasco.  
[angelica.lizardo@ujat.mx](mailto:angelica.lizardo@ujat.mx)

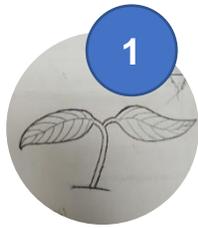


Figura 1. Estudio de la germinación de una semilla.

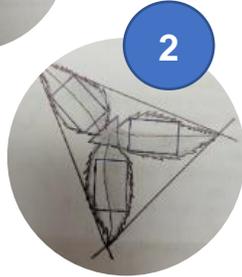


Figura 2. Geometrización a través de las hojas.



Figura 3. La estructura de las hojas se da la forma de las naves.



Figura 4. La forma radial del proyecto arquitectónico.

La parte más importante del proyecto es solucionar la circulación de los vehículos que transportan la materia prima mediante la forma radial de las naves en donde el centro concentra todos los servicios más importantes de la Central de Abasto como área de comida y antojitos, área de tianguis, también cuenta con tres naves con 40 bodegas cada una haciendo un total de 120 bodegas, de un costado de una de las naves tenemos la bodega de transferencia y a lado de está el área de subasta y productores con su respectivo estacionamiento, la área administrativa que está cerca del acceso y salida exclusivo de vehículos particulares.

En la parte superior izquierda se encuentra el patio de maniobras y estacionamiento de tráiler y enfrente de ella está el taller mecánico, y por último tenemos el segundo acceso y salida exclusivo para camiones de carga y descarga y una caseta de control y bascula.

Cabe mencionar que la Central de Abasto cuenta con amplias circulaciones para los camiones y un amplio estacionamiento exclusivo de vehículos particulares. Todo lo anterior se realizó en base de los lineamientos que fueron consultados.

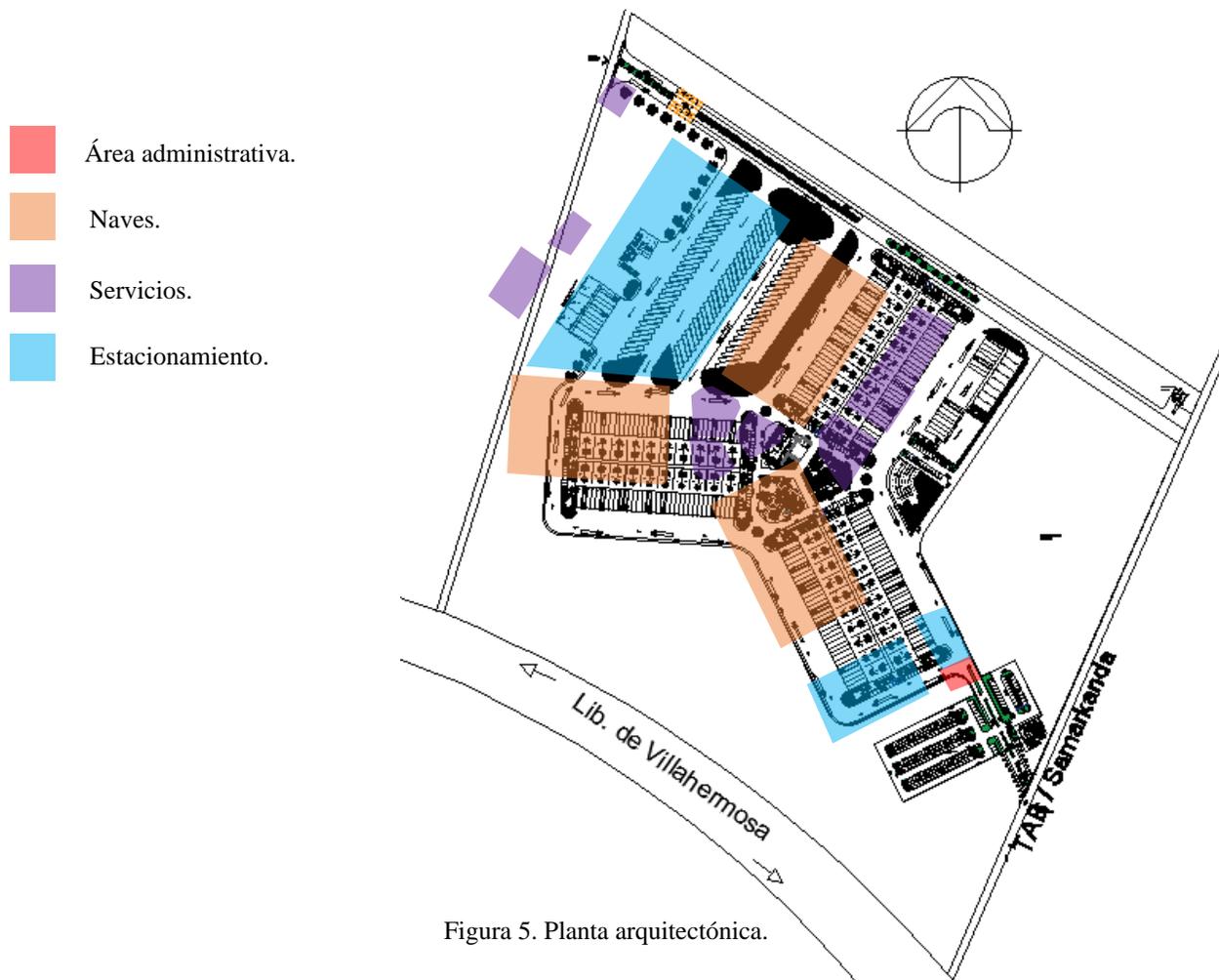


Figura 5. Planta arquitectónica.

Debido a las condiciones climáticas del estado se optó por implementar las cubiertas curvas para minimizar los impactos de los rayos solares, y por las lluvias debido a los escurrimientos. se manejó pasillo central para el buen funcionamiento en la zona. la distribución de los espacios dentro de las naves se distribuye de la siguiente manera: 40 bodegas con sanitario exclusivo de los locatarios en cada bodega, así también con escaleras cada una para proponer un espacio en planta alta que pueda funcionar como área de descanso.



Figura 6. Fachada principal.

En cada nave se contemplaron dos accesos exclusivos para los usuarios y comerciantes y para que estos no tengan que obstaculizar en el área de andén de carga y descarga de mercancías, lo podemos observar en las fachadas laterales de las naves, además de estar cerca del estacionamiento público que se encuentra entre los cabezales de cada nave.

En las fachadas también se observa las grandes alturas y grandes ventanas acristaladas que favorecen la iluminación natural en el interior y proponer sistemas que ayuden a succionar el aire caliente dentro de las bodegas. El manejo de la forma de la estructura de la cubierta en las fachadas permite una mejor visualización de las naves.

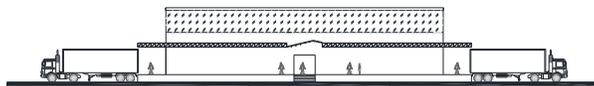


Figura 7. Fachada lateral izquierdo.

### Conclusiones

Mediante este proyecto se pretende dar solución a la problemática de la actual Central de Abasto. El cual se resuelve a través de espacios amplios aplicando el uso de materiales con aportes sustentables y propios de la región, para un mejor funcionamiento y ahorro del costo de construcción. Con la reubicación de la Central de Abasto se logrará incrementar la derrama económica de la zona y de la región brindando una mejor calidad de vida a los comerciantes y usuarios que visiten la central.

Por otro lado, se retoman los dos accesos de la anterior central, de los cuales un acceso va dirigido a los vehículos particulares y el otro es exclusivo para los vehículos de carga y descarga. Cabe mencionar que estos accesos permitirán una mejor optimización de circulación entre los usuarios y los comerciantes.

Así también a lo largo de la investigación se percató de que existen pocos lineamientos que trate sobre este tema en particular, se necesitan más información sobre las dimensiones de todas las áreas, así como de su funcionamiento.

### Referencias

*COPLADET 2019-2024*. (31 de ENERO de 2020). Obtenido de [https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion\\_spf/21.%20Programa%20Institucional%20de%20la%20Central%20de%20Abasto%20de%20Villahermosa%202019-2024.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion_spf/21.%20Programa%20Institucional%20de%20la%20Central%20de%20Abasto%20de%20Villahermosa%202019-2024.pdf)

*Las centrales de abasto mayoristas en México*. (3 de mayo de 2016). Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/articulos/las-centrales-de-abasto-y-los-mercados-mayoristas-en-mexico>

*Las centrales de abasto y los mercados mayoristas*. (3 de mayo de 2016). Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/articulos/las-centrales-de-abasto-y-los-mercados-mayoristas-en-mexico>

*programa institucional de la central de abasto de villahermosa 2019-2024*. (31 de enero de 2020). Obtenido de [https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion\\_spf/21.%20Programa%20Institucional%20de%20la%20Central%20de%20Abasto%20de%20Villahermosa%202019-2024.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion_spf/21.%20Programa%20Institucional%20de%20la%20Central%20de%20Abasto%20de%20Villahermosa%202019-2024.pdf)

# La Empresa Social Rural Sustentable del Amaranto en el Bienestar de los Productores: El Caso del Centro de Desarrollo Comunitario Centéotl A.C, Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, México

Rebeca Hernández Hernández<sup>1</sup>, Gisela Margarita Santiago Martínez<sup>2</sup>, Andrés Enrique Miguel Velasco<sup>3</sup>, Ernesto Castañeda Hidalgo<sup>4</sup>, Salvador Lozano Trejo<sup>5</sup>

**Resumen**— El presente documento describe las actividades que realiza la empresa social rural sustentable (ESRS) Centéotl, A.C. en Zimatlán, Oaxaca, México. Para contribuir en bienestar de los productores de amaranto en comunidades de bajos ingresos. La metodología es de tipo mixta y la información se trabajó con el paquete estadístico SPSS v.25. Donde se evaluó si existe una relación entre creación de valor social y bienestar, se realizaron pruebas de asociación entre variables categóricas con Tau-b de Kendall, Tau-C de Kendall y coeficiente de Gamma, con una variación de  $-1 + 1$ , considerando la presencia de asociación con una  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo entre la variable independiente creación de valor social y bienestar. Los resultados mostraron una asociación positiva estadísticamente significativa entre la creación de valor social y bienestar con un  $p=0.02$ . Se puede interpretar que la empresa social rural a través de la creación de valor social presente en programas de apoyo tiene incidencia positiva en el bienestar económico de los productores de amaranto de la región de los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca. El estudio concluye que las actividades que realiza la ESRS Centéotl A.C., tiene incidencia positiva en el bienestar económico y nutricional de los productores.

**Palabras clave**— empresa social rural sustentable, bienestar, amaranto, desarrollo rural.

## Introducción

Desde la perspectiva económica, sociológica, psicológica y administrativa el emprendimiento social se presenta como una forma de generar empleo y lograr un modelo de desarrollo socio-económico alternativo que incorpora y mejora el bienestar social especialmente de hombres y mujeres que se encuentran excluidos del mercado laboral, Salinas y Osorio (2012). Son iniciativas de colaboración como ejemplos de colectividad, democracia y esfuerzos conjuntos, como por ejemplo la semana mundial del emprendimiento, programas “emprender”, programa de capital semilla, proyecto emprende joven, emprender en femenino y emprender cooperativo, mismas que fueron reconocidas por su trabajo en gestión ambiental, comunitaria y agrícola, asistencia a personas, liderazgo, productividad, comercialización asociada y emprendimiento comunitario. El estudio antes mencionado muestra que las empresas creadas desde el enfoque social, genera no sólo una forma de empleo o concepción de empresa, sino también brinda bienestar a la comunidad involucrada reduciendo los niveles de exclusión social.

Otro estudio de análisis descriptivo realizado por Arrieta (2018) muestra que desde la conceptualización el emprendimiento social busca contribuir al bienestar social para que las personas marginadas y vulnerables tengan un mejor nivel y calidad de vida, contemplando el compromiso y la ética hacia el desarrollo sustentable y sostenible. Ese estudio consistió en describir la problemática de la pobreza y desigualdad que se vive en el estado de Durango, misma que ha rebasado las políticas y acciones emprendidas por el sector gubernamental. Sitúa el problema multifactorial y considera que uno de los elementos que podría influir en la solución es el emprendimiento social. Argumenta que las necesidades y carencias de la ciudadanía que habita en polígonos de pobreza son muchas, por lo que se requiere generar conciencia tanto de empresarios como profesionistas para generar proyectos de inversión con emprendimiento social y crear valor social (Arrieta, 2018). La creación de valor social consiste en materializar la misión, crear valor para la sociedad a partir del surgimiento de iniciativas participativas que contribuyen a mejorar el bienestar de la sociedad (Benjumea, 2012).

En ese sentido, el bienestar social es considerado, situación de la sociedad en que sus miembros logran satisfacer sus necesidades biológicas y sociales, materiales y no materiales, como el nivel de ingresos, equipamiento de la vivienda, acceso a la educación, salud, etc. Es decir factores que participan en la calidad de la vida de la persona y que hacen que su existencia posea todos aquellos elementos que den lugar a la tranquilidad y satisfacción humana. Entre los factores fundamentales involucrados en bienestar incluyen necesidades primarias, entre ellas estar bien nutrido, buena salud, vivienda digna y acceso a educación. De ahí que el bienestar debe ser considerado y observado desde una perspectiva cualitativa o subjetiva, así mismo factores objetivos del individuo. Como alternativa a su medición surge el concepto de calidad de vida. Dentro de los estudios realizados para medir el bienestar nivel regional se retoma y adapta el estudio Marcial, Peña, Escobedo, y Macías (2016). El bienestar económico considera aquellos recursos para materializar necesidades de ropa, calzado, vestimenta, etc, y para ello se retoma como indicadores el ingreso

agrícola y no agrícola con el que disponen habitantes del medio rural en este caso de los productores de amaranto.

En México la importancia del emprendimiento social recae en los proyectos que busquen resolver propósitos sociales, un ejemplo de ello son las empresas que generan bienestar social y crecimiento económico en comunidades que aprovechan conocimientos y costumbres para agregar valor en la cadena productiva. Los sectores en los que aplica el emprendimiento social pueden ser en cualquier rama o cadena de producción siempre y cuando se consiga bienestar en el espacio donde se desarrolle (INAES, Instituto Nacional de Economía Social, 2018).

Las organizaciones y empresas de la economía social y solidaria pueden hacer frente tanto a deficiencias del mercado como del Estado y con ello contrarrestar el abandono que ha sufrido la agricultura y contribuir en la seguridad alimentaria en las últimas décadas (ONU, Grupo de Trabajo Interinstitucional sobre Economía Social y Solidaria, 2014). Donde trabajadores y productores rurales se están organizando en grupos de ayuda y en cooperativas indígenas llamadas empresas sociales rurales sustentables (ESRS), entidades organizadas en torno a bienes en propiedad de producción que buscan generar bienes y servicios bajos los principios de sustentabilidad, agroecología y/o los mercados orgánico y justo, consideradas laboratorios socio ambientales, con propuestas innovadoras en social, ambiental y económico (Toledo, 2012). Las ESRS dedicadas a la elaboración de alimentos, su objetivo principal es la producción para el autoconsumo, productos que mejoren la alimentación y disminuyan la desnutrición infantil, además de contribuir a la seguridad alimentaria de los pobladores y algunas proponen el rescate de producción agrícola tradicional (Martínez, 2016; Shamah et al., 2015; Toledo, 2012). Algunos estudios argumentan que el amaranto un cultivo ancestral de los pueblos indígenas de Mesoamérica estaba incluido en la dieta diaria de los pobladores por los beneficios a su alimentación, nutrición y salud (Martínez, 2016).

Las experiencias del emprendimiento evidencian que la economía social y solidaria son nuevas formas de organizar el trabajo y la empresa, se comprometen en la comunidad, crean empleo, generan riqueza, bienestar y calidad de vida de la población en riesgo de exclusión. Al respecto, en el área rural existen organizaciones económicas populares, pequeños grupos o asociaciones de personas y familias llamadas empresas sociales rurales, que juntan y gestionan en común sus escasos recursos para desarrollar conjuntamente actividades generadoras de ingresos o abastecedoras de bienes y servicios que satisfacen sus necesidades de subsistencia según (Escalona, 2010). Ese tipo de empresas se caracterizan por innovar en términos sociales, ecológicos y que conforman un nuevo sector con capacidades para combinar atributos y fortalezas tradicionales con elementos claves de la modernidad, además se rigen bajo los principios de la economía social y solidaria.

Ante ello, la interrogante a responder en este artículo es ¿en qué medida la empresa social rural sustentable como emprendimiento social influye favorable o desfavorablemente en el bienestar social familiar en particular?, en ese sentido el objetivo de la presente investigación es analizar la incidencia que tiene el centro desarrollo comunitario Centéotl A.C en el bienestar de los productores de amaranto de las localidades de estudio de la región Sierra Sur y Valles Centrales de Oaxaca, planteando como hipótesis H1. La empresa social rural sustentable mediante la creación de valor social brinda bienestar económico a los productores de amaranto de las comunidades de estudio.

La relevancia social del presente estudio radica en servir de apoyo para conocer la situación actual de la empresa social rural en la región de los Valles Centrales de Oaxaca desde la economía social y solidaria y su contribución al desarrollo local y específicamente en el bienestar social de los productores de amaranto.

## Descripción del Método

### *Alcance y enfoque de la investigación*

El alcance de esta investigación es descriptivo, en este tipo de estudios se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. El enfoque es de tipo mixto; que implica el conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Teddlie, Creswell, Bergman, Hernández, & Mendoza, 2008). Se toma como unidad de análisis una muestra intencionada. Un total de 37 productores de amaranto ubicados en 9 localidades, 1 escuela universitaria y 1 centro de capacitación agroecológica.

El estudio de caso se llevó a cabo en la ESRS Centéotl en Zimatlán, Oaxaca, con la intención de describir y explicar las variables a investigar. Lo anterior, implicó la recolección y análisis de datos cualitativos (Hernández, 2010; Yin, 2021). Para conocer las actividades que realizan los productores de amaranto que suministran el grano a la ESRS, se utilizaron dos técnicas de recolección de información. La observación participante, es decir, aquella que permitió la obtención de información y producción de datos por tratarse de un proceso reflexivo entre los sujetos estudiados y el sujeto cognoscente (Guber, 2001). Lo anterior, con el objetivo de dar respuesta y comprobar la hipótesis que

inicialmente planteo el estudio.H1. La empresa social rural sustentable mediante la creación de valor social brinda bienestar económico a los productores de amaranto de las comunidades de estudio y a través de entrevistas semiestructuradas mismas que fueron aplicadas en el periodo enero- agosto 2019, con la finalidad de obtener percepciones de 37 familias productoras de amaranto. Derivado de ello, el presente estudio propone el siguiente modelo teórico metodológico, figura 1.

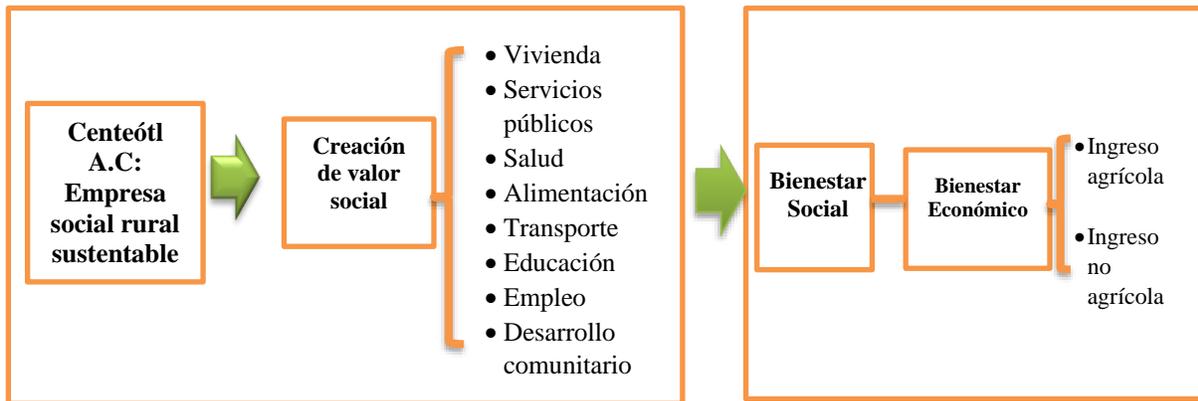


Figura 1. Modelo teórico metodológico. La empresa social rural sustentable y bienestar de los productores de amaranto. Caso Centéotl A.C

Fuente: Elaboración propia con información de Benjumea 2012, Marcial, Peña, Escobedo, y Macías (2016).

La guía de entrevista semiestructurada constó de 10 preguntas, las 8 primeras permitieron investigar sobre la variable Empresa social rural sustentable de amaranto presente en los programas o actividades que realiza Centéotl A.C para lograr crear valor social en los productores; las siguientes 2 preguntas se refieren a la variable bienestar económico para observar de qué manera se ha incrementado la producción y ha mejorado su calidad de vida.

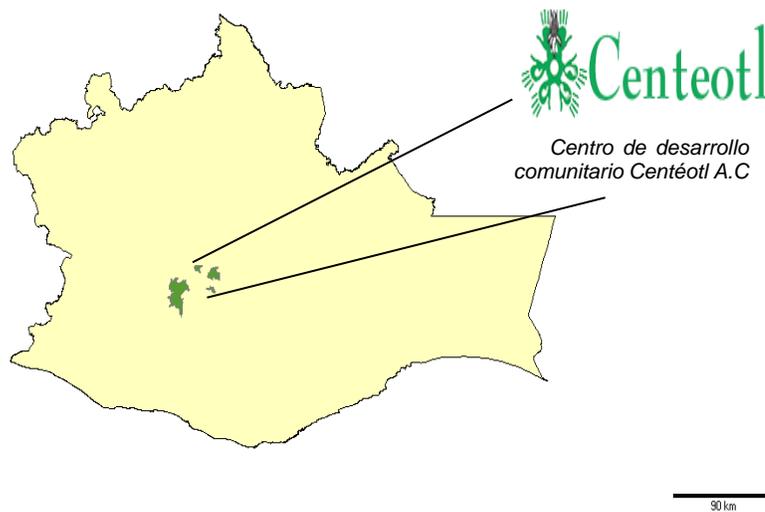
Las respuestas se concentraron en una base de datos con la ayuda del paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS por sus siglas en inglés) v.25 y Microsoft Excel 2013, se analizaron cada una de las respuestas de los productores entrevistados, teniendo como guía el modelo teórico-metodológico. El análisis se realiza mediante la estadística descriptiva e inferencial para determinar el nivel de medición de las variables (Miguel A, 2019).

Para evaluar si existe una asociación entre creación de valor social y el bienestar, se realizaron pruebas de asociación entre variables categóricas con Tau-b de Kendall, Tau-C de Kendall y coeficiente de Gamma, con una variación de -1 + 1, considerando la presencia de asociación con una  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo entre la variables, independiente emprendimiento social, dependiente bienestar, y entre sus respectivas dimensiones (Miguel A., 2019).

## Resultados

*Empresa social rural sustentable. Centro de Desarrollo Comunitario Centéotl A.C.,*

La ESRS se ubica en la región de Valles Centrales y sierra sur de Oaxaca con dirección en Rayón, No. 704, Barrio de San Antonio, Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, México. Teléfono: 019515715061. (Mapa 1)



Mapa 1. Microlocalización Centéotl A.C

Fuente: Autoría propia, con apoyo del software mapa digital versión 6.3.0, con información de SCINCE 2010 INEGI

*Creación de valor social*

La creación de valor social, como dimensión de la empresa social rural, fue analizada a través del conjunto de 8 indicadores: vivienda, servicios públicos, salud, alimentación, transporte, educación, empleo y desarrollo comunitario.

*Bienestar social*

*Bienestar económico*

El bienestar económico como dimensión de la variable bienestar social fue analizada a través del conjunto de 2 indicadores: ingreso agrícola e ingreso no agrícola.

Para la comprobación de hipótesis se presentó una asociación positiva estadísticamente significativa entre la dimensión creación de valor social (empresa social rural sustentable) y la dimensión económica (bienestar social) con un  $p=0.021$ , por tanto, se puede interpretar que la empresa social rural sustentable a través de la creación de valor social tiene incidencia positiva en el bienestar económico de los productores de amaranto de la región de los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca. (Tabla 1)

		<b>Prueba de asociación</b>			
		Va lor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
<b>Ordinal por ordinal</b>	Tau-b de Kendall	.35 0	.106	2.310	.021
	Tau-c de Kendall	.21 0	.091	2.310	.021
	Gamma	.80 0	.139	2.310	.021

	Correlación de Spearman	.38 0	.116	2.432	.020 <sup>c</sup>
<b>Intervalo por intervalo</b>	R de Pearson	.34 0	.088	2.138	.040 <sup>c</sup>
N de casos válidos		37			
a. No se presupone la hipótesis nula.					
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.					
c. Se basa en aproximación normal.					

Tabla 1. Asociación entre la dimensión creación de valor social (empresa social rural sustentable) y dimensión económica (bienestar)

Fuente: Elaboración propia, con el paquete estadístico IBM (SPSS) versión 25, método análisis descriptivo, tablas cruzadas

### Resumen de resultados

La creación de valor social genera bienestar económico, al ser dimensiones en presentar una asociación estadísticamente positiva ( $p=0.021$ ). Es decir, los productores desde que colaboran con Centéotl A.C han identificado en el amaranto beneficios nutricionales y económicos. En cuestión de alimentación el 97.3% están totalmente de acuerdo que el amaranto es una de las plantas con mayor calidad nutricional, pues se ha comprobado que el amaranto tiene propiedades para ayudar a mantener la salud, y el valor nutritivo de sus granos implica que además de su contenido proteico, el espectro de aminoácidos y los niveles de vitaminas y minerales son excelentes (Mapes, 2015), el 81.1%, recomienda consumirlo en semilla, harina, cereal u hojas y adoptarlo para una dieta saludable, por ello lo cultivan y transportan en camionetas de carga a los distintos mercados, tianguis o a la misma empresa. En cuestión económica el 94.6% considera que las actividades de capacitación en el cultivo, transformación y comercialización de amaranto que realiza Centéotl son fuente de generación de empleo y debido a esto, el 78.4% ha colaborado con ella por un periodo de más de tres años seguidos. El 89.2 % recibe un ingreso anual que oscila entre \$500 - \$1,000 por la venta del grano y el 78.4% consideran que si ha mejorado su ingreso desde que colaboran con Centéotl.

Motivos por los cuales, el 91.9% considera que proyectos productivos como el amaranto son fundamentales para el desarrollo de su comunidad, asimismo el 81.1 % considera que una forma de apoyar el desarrollo comunitario es organizar y desarrollar actividades sociales con temas nutricionales en relación con este grano, de tal manera que toda la población lo conozca, cultive y adopte como parte de su alimentación y oportunidad de ingreso.

### Conclusiones

El análisis estadístico permitió probar la hipótesis de investigación que el emprendimiento social tiene incidencia positiva en el bienestar de los productores de amaranto en las localidades de bajos ingresos. Derivado de dicha asociación positiva, se identificó que los beneficios ofrecidos por el Centro de desarrollo comunitario Centéotl A.C son capacitación en el cultivo, transformación y comercialización, recursos que permite al productor cosechar de manera rápida, además es la misma empresa que les ofrece un mercado y precio de garantía si ellos desean vender el grano o en su caso, también ofrecen talleres para la transformación artesanal (tostado en el comal en una estufa Lorena) y dar un valor agregado al grano y vendan al exterior su producto. Derivado de ello, para el productor representa un ahorro en tiempo y costo, cabe mencionar que es un cultivo anual por lo que lo han adoptado como actividad económica complementaria y al mismo tiempo desarrollar otras actividades agrícolas que les permite obtener ingresos complementarios.

### Recomendaciones

Centéotl A.C tiene las bases económicas y jurídicas para continuar con la producción de amaranto y apoyar la economía local de los productores, por lo cual de manera puntual se recomienda, continuar con el apoyo y gestión de proyectos productivos sustentables. Promover proyectos de producción de bienes (Agrícola, pecuario, artesanal) de acuerdo con el diagnóstico de la comunidad. Reagrupar, reorganizar las unidades de producción, en las comunidades que ya fueron apoyas con equipamiento (trilladora, tostadora, limpiadora), con la finalidad de continuar con la

producción y utilidad de equipos. Administrar actividades y equipos de trabajo, de tal manera que toda la unidad de producción tenga acceso a la maquinaria con ello no detener la producción y evitar conflictos. Además de programar visitas constantes a las diversas áreas de trabajo (parcelas), con finalidad de brindar acompañamiento, y con ello el productor adquiera sentido de pertenencia y motivación. Aumentar capacitación técnica en el cultivo de amaranto y otras hortalizas con enfoque agroecológico, para mejorar la alimentación entre productores e integrantes de la familia e impartir talleres sobre transformación y comercialización de productos de amaranto. Ventajas que le permitirían en un momento dado contar con el apoyo de instituciones gubernamentales enfocadas en el trabajo de emprendedores y estas son: Unidad de Desarrollo Productivo (UDP) anteriormente INADEM (Instituto Nacional del Emprendedor) y SICyT locales (Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología).

### Referencias

- Arrieta, D. D. (2018). Estudios del emprendimiento contemporáneo en América Latina. Bolivia: Proceedings-©ECORFAN.
- Benjumea, A. M. (08 de Mayo de 2012). Bdigital REPOSITORIO INSTITUCIONAL UN. Obtenido de Metodología para la evaluación de impacto de los emprendimientos sociales. Universidad de Colombia bdigital: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9695/>
- Escalona, A. M. (2010). Los tianguis y mercados locales de alimentos ecológicos en México: su papel en el consumo, la producción y la conservación de la biodiversidad y cultura. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Guber, R. (2001). El salvaje metropolitano. Buenos Aires: Editorial Norma.
- Hernández, S. R. (2010). Los métodos mixtos. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & M. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación (pág. 546). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INAES, Instituto Nacional de Economía Social. (18 de Abril de 2018). Instituto Nacional de Economía Social Blog. Obtenido de Emprendedor Social, el futuro del emprendimiento: <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/emprendedor-social-el-futuro-del-emprendimiento?idiom=es>
- Marcial, R. N., Peña, O. B., Escobedo, G. J., & Macías, L. A. (2016). Elementos objetivos y subjetivos. Estudios sociales, 277-301.
- Martínez, S. L. (2016). Seguridad alimentaria, autosuficiencia y disponibilidad del amaranto en México. Problemas del Desarrollo, 186.
- Miguel, A. (2019). Salud Pública. Oaxaca de Juárez: Miguel, Andrés.
- ONU Grupo de Trabajo Interinstitucional sobre Economía Social y Solidaria. (2014). La Economía Social y Solidaria y el Reto del Desarrollo Sostenible. Ginebra: Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD).
- Salinas, F., & Osorio, L. (2012). "Emprendimiento y Economía social, oportunidades y efectos en una sociedad en transformación". CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, 129-151.
- Shamah, L. T., Amaya, C. M., & Cuevas, N. L. (01 de Mayo de 2015). Rud revista digital universitaria revista unam.mx. Obtenido de revista unam.mx: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/>
- Teddle, T., Creswell, P.-C., Bergman, Hernández, S. R., & Mendoza. (2008). Los métodos mixtos. En S. R. Hernández, C. C. Fernández, & L. M. Baptista, Metodología de la investigación (págs. 532-534). México: Mc Graw Hill.
- Toledo, V. (2012). RED DE ETNOECOLOGÍA Y PATRIMONIO BIOCULTURAL. México: CONACyT.
- Yin, R. (15 de Julio de 2021). Investigación sobre estudios de caso. Obtenido de Investigación sobre estudios de caso, Diseño y Métodos: <https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/YIN%20ROBERT%20.pdf>