

# Estabilidad y Crecimiento de México en el Contexto de la Crisis Financiera Mundial

Dr. Jorge Vázquez Sánchez, <sup>1</sup>Dr. Lorenzo Salgado García<sup>2</sup>  
Dr. José Alejandro Jiménez Jiménez<sup>3</sup> y Mtra. Rosa Adriana Vázquez Sánchez<sup>4</sup>

**Resumen-** La estabilidad y el crecimiento económico han sido las dos grandes tareas del modelo económico de mercado que se ha venido instrumentando en México en el período 1983 -2016. El trabajo abarca el período 1983-2016, tiene como objetivos: caracterizar los procesos de estabilización y crecimiento económico, y analizar la relación entre ambos procesos. Los resultados muestran que se ha tenido éxito en la tarea de estabilización, sin embargo, este logro exhibe fragilidad debido a la dependencia de los flujos externos de capital, por otro lado, las políticas para estabilizar han limitado el crecimiento económico, el cual exhibe un patrón cíclico con un alto componente especulativo asociado a las reformas estructurales.. Se concluye que el modelo económico requiere ajustes importantes para subsanar sus insuficiencias.

**Palabras clave-** Estabilidad, crecimiento económico, México, crisis financiera.

## Un concepto relevante: Intolerancia a la deuda.

Hacia 1982 México experimentó una crisis de deuda externa que planteó la irrestricta inviabilidad del Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones. Esta crisis fue la maduración de una situación que Reinhart y Rogoff (2011) definen como de intolerancia a la deuda la cual “.. puede definirse como la enorme presión que muchos mercados emergentes experimentan al alcanzar niveles de deuda externa que desde la perspectiva de los países desarrollados parecería sencillo manejar... Los mercados emergentes pueden incurrir en un impago, a niveles pequeños de deuda respecto al PNB (entre 41 y 60 por ciento), por ejemplo, México en 1982, con una proporción de 47%, y Argentina en 2001, con una proporción ligeramente superior al 50%”. Al parecer, los países endeudados que corren más riesgos de incurrir en un impago (es decir, los que tienen niveles más altos de intolerancia a la deuda) son los que solicitan mayores créditos, sobre todo si se les analiza a la luz de sus exportaciones, su fuente más grande de divisas. Desde esta perspectiva no debería sorprender que tantos ciclos de flujos de capital terminen en un desagradable problema crediticio.

A partir de la experiencia histórica, Reinhart y Rogoff (2011) concluyen que es posible apreciar que cuando los niveles de deuda externa de los mercados emergentes se encuentran por encima de 30-35 % del PNB los riesgos de un problema crediticio se incrementan de forma significativa.

La intolerancia a la deuda se traduce específicamente en fragilidad financiera, la cual puede medirse a través de las calificaciones de deuda soberana emitidas por le Institucional Investor (CII) o bien mediante la proporción de deuda externa respecto al PNB o respecto a las exportaciones.

La percepción de fragilidad financiera de un país lleva a desencadenar crisis de confianza que se manifiestan en salidas masivas e intempestivas de capitales extranjeros, desencadenando inestabilidad financiera y crisis económicas.

En resumen, la crisis de deuda de 1982 fue evidencia de una situación de intolerancia a la deuda y de fragilidad financiera que precipitó una crisis de confianza, pero dicha crisis puso en claro que esta situación estaba bien anclada en el modelo de desarrollo hacia adentro.

## Estabilización y reformas estructurales de primera generación: ciclo de expansión especulativa

La crisis de deuda de 1982 dejó claro que había que cambiar el modelo económico, este cambio implicaba desarticular los desequilibrios generados por una intervención estatal que después de 30 años había generado serias distorsiones económicas. En lo inmediato había que estabilizar y generar los excedentes suficientes para cumplir los compromisos financieros derivados del endeudamiento. La ayuda financiera recibida de Estados Unidos y del Fondo Monetario Internacional para tales fines fueron condicionados a la implementación de reformas estructurales para configurar un modelo de mercado (Hernández,2003). Estas reformas restablecerían la capacidad de crecimiento económico.

<sup>1</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; e-mail [jorgevasan23@hotmail.com](mailto:jorgevasan23@hotmail.com). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; e-mail [economiasalgado@yahoo.com.mx](mailto:economiasalgado@yahoo.com.mx)

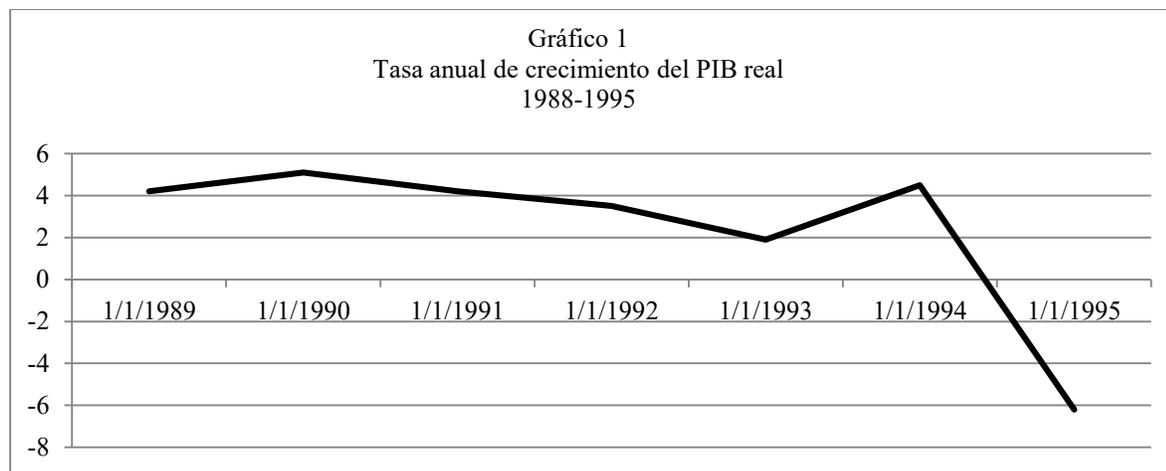
<sup>3</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; e-mail [alex\\_androus09@yahoo.com.mx](mailto:alex_androus09@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Profesora Investigadora de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; e-mail [adrianavazq@yahoo.com.mx](mailto:adrianavazq@yahoo.com.mx)

En lo general, los programas de estabilización ortodoxa implementados durante el gobierno de Miguel de la Madrid<sup>5</sup> fracasaron al tratar de contener la inflación, fue la estrategia de concertación social de Carlos Salinas la que logró desactivar el mecanismo inercial de inflación<sup>6</sup>. También durante esta gestión se logró renegociar la deuda externa.

Una vez desactivado el proceso inflacionario y renegociado la deuda externa, Carlos Salinas implementó el primer paquete amplio de reformas estructurales, a saber: reforma Tributaria; Privatizaciones; Integración Comercial; Desregulación; Liberalización Financiera Doméstica y Apertura de la Cuenta de Capitales.

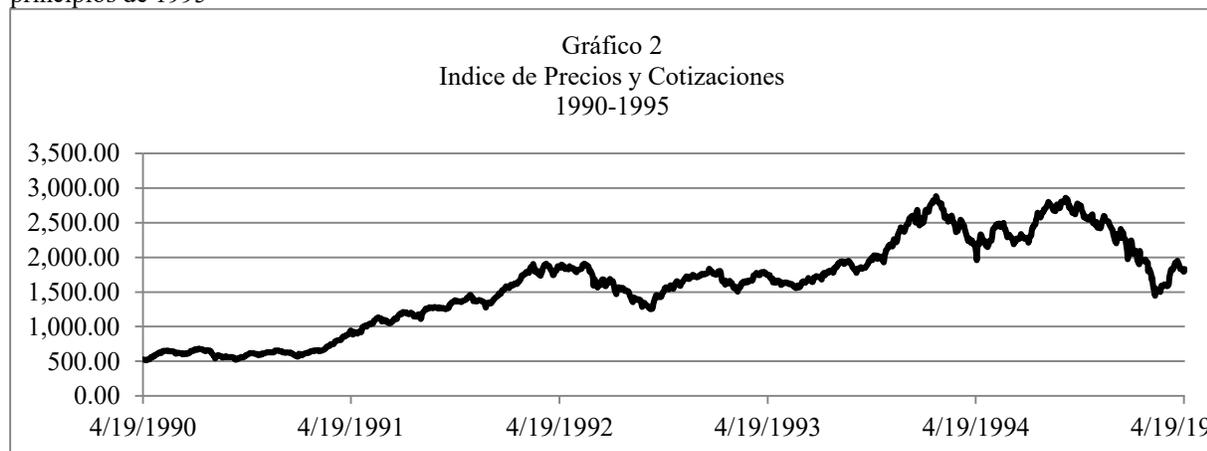
La estabilización, la renegociación de la deuda externa y la expectativa del paquete de reformas estructurales generaron un optimismo que se tradujo en un impulso al crecimiento económico en 1989 y 1990, pero a partir de 1992 dicho empuje se debilitó y terminó en una recesión en 1995. Esto puede observarse en el Gráfico 1.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del PIB trimestral real (variación anual acumulada) publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y World Bank WorldDevelopmentIndicators and International FinancialStatistics of the IMF, 2005 base year.

Esta efímera expansión económica se correspondió con un proceso especulativo en los mercados financieros, específicamente en la Bolsa Mexicana de Valores y en el incipiente mercado de deuda pública.

En el Gráfico 2 podemos ver el boom bursátil que inicia a finales de 1990 y que culmina con el crack de principios de 1995



Fuente: Elaboración propia con datos del banco de México: <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=C F103&sector=7&locale=es>

<sup>5</sup> El Programa Inmediato de Reordenación Económica (PIRE) y el Pacto de Aliento y Crecimiento (PAC)

<sup>6</sup> Durante la gestión de Carlos Salinas, se implementaron dos pactos de concertación social para eliminar la inercia inflacionaria, estos pactos fueron: El Pacto de Solidaridad Económica (PSE) y el Pacto para la Estabilidad y el Crecimiento Económico (PECE).

En resumen, el saldo de las reformas estructurales de primera generación es desalentador, generó un ciclo de expansión alimentado por la especulación y terminó en una situación de intolerancia a la deuda y de fragilidad financiera que desencadenó una crisis de confianza de parte de los inversionistas tenedores de la deuda pública, precipitando la crisis financiera y la recesión económica.

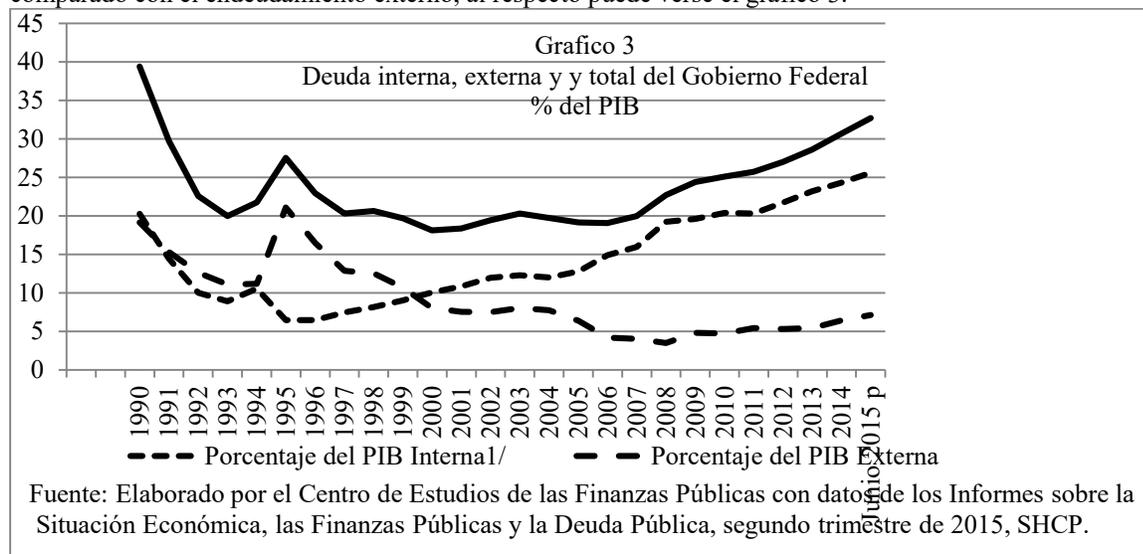
### Hacia la integración financiera: la política de deuda

Según Reinhart y Rogoff (2011), las evidencias sugieren que para superar la intolerancia a la deuda los encargados de la política económica deben estar preparados para mantener niveles bajos de deuda por períodos prolongados, al tiempo que emprenden un mayor número de reformas estructurales básicas que garanticen la capacidad de los países para digerir endeudamientos más altos, sin experimentar intolerancia.

Después de la crisis de 1994/1995 los gobiernos de Ernesto Zedillo y Vicente Fox tuvieron que postergar la profundización de las reformas estructurales para concentrarse en una adecuada política de deuda soberana que eliminara la fragilidad financiera

- i) Reducir la proporción de la deuda gubernamental total como proporción del PIB a niveles inferiores a los señalados como de intolerancia a la deuda;
- ii) Modificar la estructura de la deuda total para evitar que por una inadecuada estructura de la deuda los choques externos precipitaran crisis económicas y financieras
- iii) Generar y mantener la confianza de los inversionistas extranjeros mediante la consolidación de la estabilidad.

La crisis de 1994, en la cual apareció como una debilidad la gran proporción de deuda de corto plazo indexada al tipo de cambio, motivó a los gobernantes mexicanos a reconfigurar su composición hacia deuda en moneda nacional de largo plazo. Este es el primer cambio que puede ser señalado en la política de deuda desde el año 1994: el del desarrollo de una tendencia hacia la sustitución y el predominio del endeudamiento interno comparado con el endeudamiento externo, al respecto puede verse el gráfico 3.



Algunos aspectos relevantes de la política de deuda pública (Lomeli, 2013; Fernández, 2005) son las siguientes:

- i) La deuda interna se ha nominado y liquidado exclusivamente en moneda nacional, lo cual ha permitido eliminar el riesgo cambiario directo sobre la deuda;
- ii) Se ha tenido como propósito claro la emisión de deuda a plazos cada vez más largos;
- iii) También se ha aplicado una política de fijación de la tasa de rendimiento a niveles coherentes con la inflación a la baja como mecanismo para dar certidumbre y estabilidad respecto al flujo necesario para cubrir el servicio de la deuda;
- iv) El diseño de instrumentos de deuda y su emisión se ha orientado a proteger a los inversionistas de la inflación cuando no a procurarles rendimientos reales positivos;
- v) El desarrollo de los instrumentos de deuda ha sido una herramienta para fomentar la amplitud y la profundidad del mercado de deuda, así como mejorar los mecanismos de mercado.

Como resultado de la política de sustentabilidad financiera practicada en México, hacia el año 2000 las calificadoras internacionales de deuda otorgaron a México el grado de inversión lo cual en términos prácticos significó el reconocimiento de “mercado seguro para la inversión financiera”

No obstante, en el gráfico 3 se puede observar una reversión de la tendencia declinante del endeudamiento total a partir del año 2007, es decir, a partir del mandato del Presidente Felipe Calderón Moreno, dicha reversión ha implicado una acentuación de la tendencia ascendente del endeudamiento interno y un cambio en la tendencia del endeudamiento externo: el endeudamiento total ha pasado del 20% del PIB en 2007 al 32.7 por ciento hacia junio del 2015; por su parte, el endeudamiento externo ha pasado del 16 al 25.7 por ciento del PIB en el mismo periodo y, el endeudamiento externo, pasó del 3.5 al 7.1 por ciento del PIB entre 2008 y junio de 2015.

#### Sincronización con la especulación financiera global y crisis

Podemos ver en el gráfico que precisamente en el año 2002, inicia un ciclo de boom en el mercado accionario local que dura hasta el año 2007, ese boom culmina en el año 2008 con un crac bursátil que da lugar a otra recesión profunda en 2009.



Después de la crisis financiera y la recesión económica de 2008 y 2009 respectivamente, el precio de las acciones en México se recuperan de la mano de la política de dinero barato implementado por los bancos centrales en México y Estados Unidos, a pesar de diversos episodios que evidencian la vitalidad de la crisis mundial, especialmente, los problemas de deuda soberana de Portugal, Irlanda, Grecia y España (PIGS).

Hacia mediados de 2011, el precio de las acciones entra en un período de lateralidad entre los 46300 y los 37500 puntos. Dicho período evidencia el agotamiento del impulso de alza debido básicamente a la expectativa del inicio de un ciclo de alza de la tasa de interés por parte de la reserva federal americana.

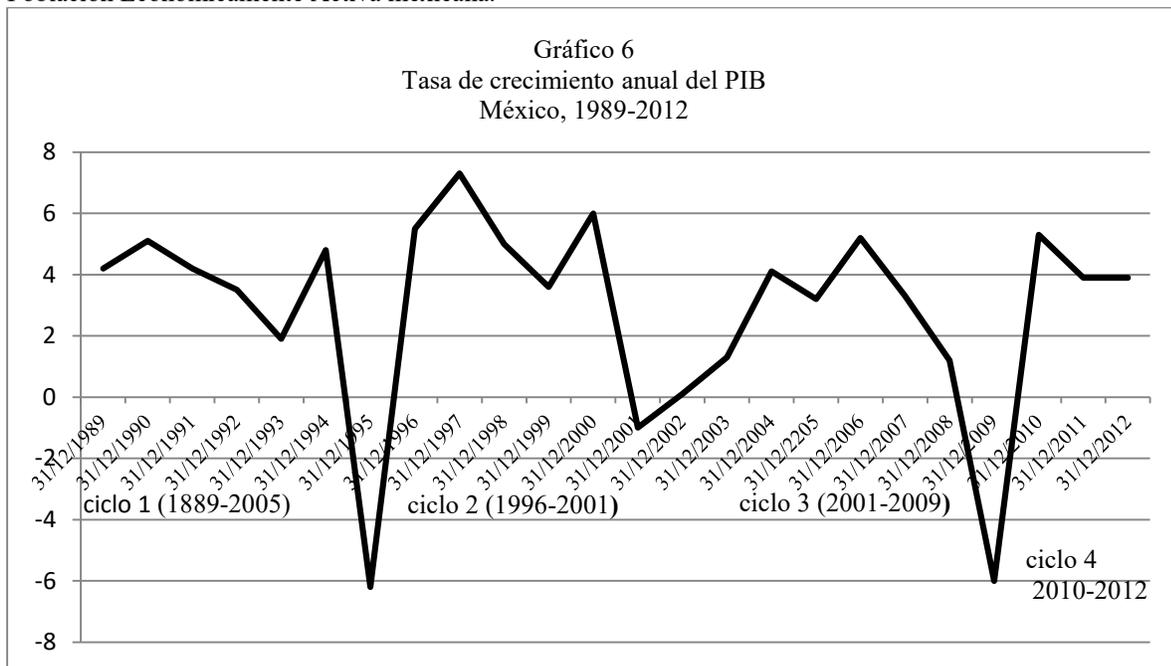
La válvula de escape a las presiones que sufre el sistema económico mexicano como resultado del inicio de un ciclo alcista de las tasas de interés en los Estados Unidos y de la caída del precio internacional del petróleo ha sido el tipo de cambio, el cual ha pasado de los 13 pesos hacia mediados de abril de 2014 a los 17 pesos desde mediados de 2015 (obsérvese el gráfico 5). El fenómeno de depreciación del peso mexicano no parece que vaya a revertirse en el corto plazo y, más aún, bajo ciertas circunstancias desfavorables pudiera volver a acelerarse. El entorno financiero externo y la caída de los precios del petróleo están poniendo a prueba la estabilidad de nuestro país.



**Conclusión: el patrón de crecimiento económico**

En cuanto al crecimiento económico los resultados del modelo neoliberal han sido decepcionantes, esto lo podemos ver en el gráfico 6 que nos presenta el patrón de crecimiento económico.

En el gráfico se puede apreciar un patrón cíclico que es altamente sensible a los choques, tanto internos como externos. Se pueden observar con claridad ciclos que culminan en recesiones y que en general presenta un crecimiento económico promedio claramente insuficiente para generar los puestos de trabajo que requiere la Población Económicamente Activa mexicana.



Fuente: elaboración con datos de INEGI <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bic/>

Los ciclos de expansión de la economía mexicana se caracterizan en lo general por bajas tasas de crecimiento económico y fuertes recesiones, características que pueden resumirse en la frase *estancamiento estabilizador*. Para el período 1983-2012, la tasa de crecimiento económico promedio anual ha sido de apenas 2.4 por ciento

De acuerdo con Gerardo Esquivel (2010) la política económica puesta en operación como parte del modelo de mercado en México ha contribuido de manera fundamental a la configuración de un patrón de estancamiento estabilizador:

- i) La apertura comercial, muy en especial, el Tratado de Libre Comercio ha significado “la estrecha sincronización macroeconómica de México con la economía norteamericana” (ibid, 46), de tal manera que las crisis en ese país se reproducen en México a través de la retracción de la producción de exportación.
- ii) Política monetaria restrictiva centrada en la consecución de la estabilidad interna de precios que deja de lado la promoción del crecimiento económico.
- iii) Carácter pro cíclico del presupuesto federal entre 1994 y 2007 en el que un aumento en los ingresos da lugar a un aumento en los gastos y viceversa.

Una vez lograda la integración financiera de México al exterior, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ha reclamado la instrumentación de un segundo paquete de reformas estructurales<sup>7</sup>, mismo que fue negociado con Felipe Calderón al final de su mandato y con el Presidente actual Enrique Peña Nieto.

### *Referencias bibliográficas*

Banco de México. Valores en Circulación. Indicadores diarios de la Bolsa mexicana de Valores, consultado por Internet el 29 de septiembre de 2015. Dirección de Internet:  
<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF103&sector=7&locale=es>.

Calificaciones crediticias- Definiciones & Preguntas Frecuentes (n.d.), consultado por Internet el 5 de agosto de 2013. Dirección de Internet Estándar & Poors <http://www.standardandpoors.com/ratings/definitions-and-faqs/es/la>

Clavijo, Fernando y Susana Valdivieso (2002), *Reformas estructurales y política macroeconómica: el caso de México 1982-1999*, Consultado por Internet el 14 de mayo de 2014: Dirección de Internet:<http://eclacpos.org/publicaciones/xml/8/4588/lcl1374e.pdf>.

Esquivel, Gerardo, “De la inestabilidad macroeconómica al estancamiento estabilizador: el papel del diseño y la conducción de la política económica” en Nora Lustig (coordinadora), *Los grandes problemas de México. IX Crecimiento económico y equidad*, El Colegio de México, México, 2010.

Fernández, J., 2005. La deuda pública en México: su evolución desde la crisis de 1994-1995. *Foro Internacional*, vol. XLV, num.2., Abril-Junio, pp. 276-281.

Hernández, Trillo Fausto (2003), *La economía de la deuda. Lecciones desde México*, Fondo de Cultura Económica, México.

Hernández, F., Villagómez, A., Julio 2000. *La Estructura de la Deuda Pública en México: Lecciones y Perspectivas*. División de Economía Centro de investigación y docencia económicas. Washington, D.C. pp. 5-60  
INEGI. Banco de Información Económica, consultado por Internet el 13 de noviembre de 2014. Dirección de Internet:  
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

International Monetary Fund (IMF). *International Financial Statistics of the IMF, 2005 base year*, consultado por Internet el 10 de noviembre de 2014. Dirección de Internet: <http://www.imf.org/>

Lomelí, García Paulina, *Finanzas públicas sanas en los gobiernos panistas*. Fundación Rafael Preciado Hernández A.C., Documento de Trabajo No. 487, Mayo de 2013, consultado por Internet el 30 de marzo de 2016. Dirección de Internet: [www.pan.org.mx/wp-content/uploads/downloads/2013/06/487.pdf](http://www.pan.org.mx/wp-content/uploads/downloads/2013/06/487.pdf)

Marshall, Wesley C. (2011), *México desbancado, causas y consecuencias de la pérdida de la banca nacional*, Porrúa, México.

Reinhart, Carmen M. y Kenneth S. Rogoff (2011), *Esta vez es distinto: ocho siglos de necesidad financiera*. México: Fondo de Cultura Económica.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. consultado por Internet el 30 de marzo de 2016. Dirección de Internet:  
[http://www.hacienda.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas\\_Oportunas\\_Finanzas\\_Publicas/Paginas/unica2.aspx](http://www.hacienda.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadisticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx)

World Bank. *World Bank World Development Indicators*, consultado por Internet el 10 de noviembre de 2015. Dirección de Internet:  
<http://www.worldbank.org/>

<sup>7</sup> Las reformas de segunda generación son las siguientes: Laboral; Energética; Hacendaria; Educativa; Política; Telecomunicaciones, radiocomunicación y Competencia; Financiera.

# EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE CHETUMAL DURANTE SU ETAPA DE OPERACIÓN

Ricardo Enrique Vega Azamar PhD<sup>1</sup>, Br. Sergio Reynaldo Escalante Lizama<sup>2</sup>,  
M.I. Claudia Beatriz Rodríguez Poot<sup>3</sup> y M.A. Nínive Margely Navarrete Canto<sup>4</sup>

**Resumen**— Las políticas urbanas actuales abordan los retos derivados del crecimiento poblacional y el déficit de vivienda considerando, entre otros factores clave, el buen desempeño ambiental. El presente trabajo determinó el consumo energético, y la huella de carbono asociada al mismo, en viviendas con uso de suelo habitacional popular de Chetumal, Quintana Roo. Se empleó el enfoque de análisis de ciclo de vida (ACV) aplicándolo a la etapa de operación de las viviendas y se evaluó su sustentabilidad a través de la comparación de su desempeño contra los criterios emitidos por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). Se aplicaron encuestas a los usuarios de las viviendas y se recopiló información de las dependencias oficiales a través de entrevistas con expertos. La estimación de la huella de carbono se realizó mediante la aplicación de los factores de emisión del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

**Palabras clave**—Vivienda popular, etapa de operación, consumo de energía, emisiones de carbono, desempeño ambiental.

## Introducción

El cambio climático es el resultado de la acumulación de gases atrapados en la atmósfera que amenaza la sustentabilidad de nuestro planeta a mediano y largo plazo. Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) han alcanzado las 400 partes por millón, cifra que rebasa en alrededor de un 140% a las originadas en la revolución industrial, lo que ocasiona una preocupación creciente (NOAA, 2015).

Desde 2007, la mitad de la población mundial vive en alguna región urbana y las tasas de crecimiento demográfico indican que esta tendencia continuará en aumento (UN-HABITAT 2008), por lo que, en países como el nuestro, el déficit de vivienda es uno de los retos vigentes en materia urbana.

Actualmente, para satisfacer la demanda energética del sector habitacional en México, así como la de otros sectores, la gran mayoría de la generación de energía está basada en mecanismos no renovables, aunque todavía viables para satisfacer el desarrollo económico del país. La producción de energía en las plantas eléctricas genera contribuciones muy significativas de CO<sub>2</sub> a nivel local, regional y global, el cual es el compuesto de mayor abundancia de los que conforman los gases de efecto invernadero (GEI).

Por lo anterior, las medidas tomadas en el sector vivienda para combatir el calentamiento global deben provenir de estrategias y programas de combate al rezago habitacional, tanto para el caso de las viviendas existentes como para el de las viviendas nuevas o por construirse. Ante esto, surge la necesidad de evaluar el desempeño ambiental relacionado con el consumo energético de las viviendas, para ayudar a determinar la relevancia de las medidas tomadas para mitigar las emisiones de GEI en el sector habitacional.

## Descripción del Método

### Enfoque metodológico

La metodología aplicó un enfoque de análisis del ciclo de vida energético simplificado, ya que sólo se considera el consumo energético de la vivienda durante su fase operacional. El análisis del ciclo de vida energético es una forma de ACV que contabiliza la energía utilizada durante todas las etapas de la vida útil de la elaboración de un producto o servicio (las viviendas, para el caso del presente trabajo), que incluye tanto la energía operacional como la energía incorporada en la extracción, fabricación y transporte de los materiales utilizados y la deconstrucción y disposición de residuos, entre otros aspectos (Crawford, 2012).

El consumo energético de la fase de operación de un edificio es una de las mayores contribuciones de todo el ciclo de vida de un edificio (Ramesha *et al*, 2010). Durante la etapa de operación de una vivienda, las emisiones de

<sup>1</sup> Ricardo Enrique Vega Azamar PhD es Profesor-Investigador de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo. [revegaza@gmail.com](mailto:revegaza@gmail.com) [revegaza@itchetumal.edu.mx](mailto:revegaza@itchetumal.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Br. Sergio Reynaldo Escalante Lizama es Pasante de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo. [escaliza90@hotmail.com](mailto:escaliza90@hotmail.com)

<sup>3</sup> La M.I. Claudia Beatriz Rodríguez Poot es Profesora de Arquitectura en el Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo. [betty\\_clau@hotmail.com](mailto:betty_clau@hotmail.com)

<sup>4</sup> La M.A. Nínive Margely Navarrete Canto es Profesora-Investigadora de Arquitectura en el Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo. [ninivenavarrete@gmail.com](mailto:ninivenavarrete@gmail.com)

carbono provienen principalmente de actividades como el consumo de electricidad en iluminación, electrodomésticos, aires acondicionados, ventiladores, calefacciones, calentamiento de agua para uso personal y preparación de alimentos, entre otras.

Para determinar el consumo de energía, y la huella de carbono asociada, se utilizaron encuestas para recopilar información de las viviendas con respecto a la utilización de enseres electrodomésticos y, cuando fue posible, el consumo de agua, gas y energía eléctrica, a través de sus recibos de consumo mensual o bimestral.

Las actividades sustanciales para el desarrollo del trabajo fueron las siguientes: Definición de variables y parámetros a incluir en las encuestas; cálculo del tamaño de la muestra; elaboración y aplicación de encuesta; gestión de los datos y análisis de resultados; determinación del consumo de energía y estimación de la huella de carbono.

#### *Aplicación de encuestas*

La muestra establecida para determinar la selección de viviendas tipo a investigar fue aleatoria estratificada con un intervalo de confianza del 95%. Se utilizó una muestra preliminar de 16 viviendas, repartida entre todos los usos de suelo habitacional y mixto contemplados en el Programa de Desarrollo Urbano vigente en la ciudad de Chetumal (PDU), a las cuales se aplicó una prueba piloto.

Mediante la prueba piloto se delimitaron los tipos de uso de suelo a encuestar de forma definitiva, debido a que se observó que en los fraccionamientos hubo una mayor disponibilidad para contestar la encuesta, por lo que las encuestas definitivas se enfocaron a los usos de suelo Habitacional Popular Alta (HPA), Habitacional Popular Baja (HPB), Habitacional Media Media (HMM) y Habitacional Media Alta (HMA), lo que representa el 55% de la superficie total de Chetumal (ver Tabla 1). De igual manera, la prueba piloto sirvió para detectar errores y determinar el formato final de la encuesta.

Finalmente, se aplicó un total de 122 encuestas repartidas proporcionalmente de acuerdo al porcentaje de la superficie de las distintas áreas de uso de suelo habitacional con respecto a superficie total del área ordenada por el PDU (ver Tabla 1).

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
HABITACIONAL POPULAR ALTA	12477159.20	28.12
HABITACIONAL POPULAR BAJA	9237952.95	20.82
HABITACIONAL MEDIA ALTA	632243.91	1.42
HABITACIONAL MEDIA MEDIA	2107715.08	4.75
CIUDAD DE CHETUMAL	44371025.8	100.00
TOTAL	29991460.1	55.11

Tabla 1. Porcentaje de área de ocupación de los usos de suelo seleccionados de la ciudad de Chetumal (H. Ayuntamiento de OPB, 2005).

#### *Estimación del consumo energético y de la huella de carbono*

A partir de las respuestas a las encuestas aplicadas, se estimó la energía promedio utilizada en las viviendas estudiadas. Para ello, se consideraron los electrodomésticos a emplear en la vivienda, así como el tiempo promedio que se usan al día y se utilizaron tablas de consumo eléctrico promedio según el tipo de aparatos que se emplean en las viviendas, de acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad, el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CFE, 2015; FIDE, 2015; CONUEE, 2010).

Una vez obtenido el consumo energético, se procedió a estimar el total de equivalentes de dióxido de carbono mediante el empleo de los factores de emisión publicados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006).

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

Se aplicaron 35 encuestas en 10 regiones con uso HPA, 35 encuestas en 10 regiones con uso HPB, 15 encuestas en 4 regiones HMA y 37 encuestas en 12 regiones HMM, para un total de 122 encuestas. Cabe mencionar que la encuesta aplicada a los usuarios constó de 160 preguntas. Finalmente, se ejecutó la sumatoria de los resultados para su interpretación; dichos resultados fueron calculados por uso de suelo. Los promedios de tiempo de utilización de los aparatos electrodomésticos reportados por los usuarios de las viviendas encuestadas se presentan en la Tabla 2,

mientras que la generación mensual de dióxido de carbono para el uso de suelo Habitacional Media Alta se detalla en la Tabla 3.

APARATO	HPA	HPB	HMM	HMA
	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)	TIEMPO (min)
AIRE ACONDICIONADO	120	120	240	120
TELEVISIÓN	240	240	420	660
ASPIRADORA	9	240	420	600
ESTUFA ELÉCTRICA	0	60	0	0
DVD	60	120	120	60
PLANCHA	60	60	60	60
TOSTADOR ELÉCTRICO	1	2	2	0
HORNO DE MICROONDAS	4	7	9	2
LICUADORA	5	7	6	11
BATIDORA	8	4	2	1
COMPUTADORA	240	240	300	480
LAVAVAJILLA	3	3	0	0
LAVADORA	60	120	0	240
EQUIPO DE SONIDO	60	120	120	60
VENTILADOR	480	480	120	300
BOMBA HIDRÁULICA	8	8	16	30
TRASLADOS EN TRANSPORTE	14	8	13	15

Tabla 2. Tiempo semanal de utilización de los aparatos electrodomésticos (Fuente: Elaboración propia)

APARATO	POTENCIA (WATTS)	HRS / MES	CONSUMO MENSUAL KILOWATTS-HORA	GENERACIÓN DE CO <sub>2</sub> MENSUAL (KG)
AIRE ACONDICIONADO	1000	8	8	5.2
TELEVISIÓN	250	44	11	7.15
ASPIRADORA	1000	40	40	26
ESTUFA ELÉCTRICA	2000	0	0	0
DVD	25	4	0.1	0.065
PLANCHA	1000	4	4	2.6
TOSTADOR ELÉCTRICO	900	0	0	0
HORNO DE MICROONDAS	1200	0.13	0.156	0.1014
LICUADORA	400	0.73	0.292	0.1898
BATIDORA		0.06	0	0
COMPUTADORA	300	32	9.6	6.24
LAVAVAJILLA	1050	0	0	0
LAVADORA	400	16	6.4	4.16
EQUIPO DE SONIDO	40	4	0.16	0.104
VENTILADOR	125	20	2.5	1.625
BOMBA HIDRÁULICA	400	2	0.8	0.52

Tabla 3. Producción de CO<sub>2</sub> en el uso del suelo HMA (Fuente: Elaboración propia)

### Conclusiones

Se encontró que las horas de mayor consumo en la ciudad de Chetumal son de las 19:00 a las 20:00 horas. Las viviendas establecidas en los usos del suelo HMA presentaron un mayor consumo energético, en comparación a las viviendas ubicadas en otras regiones, contribuyendo con aproximadamente 54.31 kg de CO<sub>2</sub> por mes y 651.72 kg de CO<sub>2</sub> al año. Estos resultados son comparables con la media nacional registrada por el programa específico para el desarrollo habitacional sustentable que indica que por cada vivienda se consumen 1000 kW/año, lo que representa cerca de 600 kg de CO<sub>2</sub> anual (CONAVI, 2008).

El aire acondicionado es el aparato de mayor contribución al consumo energético en el hogar y las viviendas del uso HMA reportaron un porcentaje de utilización mayor en comparación con las otras viviendas. También se pudo apreciar que las viviendas ubicadas en uso de suelo HMA pertenecen a terrenos con superficies de cerca de 300 m<sup>2</sup>, lo que quiere decir que son viviendas amplias en comparación con las demás.

En las viviendas estudiadas, se observó la tendencia general de que el nivel de ingreso en las familias y, por supuesto, la tasa de ocupación de los hogares son los principales factores que influyen sobre un mayor consumo energético.

### Recomendaciones

Futuras investigaciones deberán considerar la influencia de la utilización de dispositivos y equipo ahorrador de energía eléctrica, como focos ahorradores, refrigeradores certificados por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía y aires acondicionados con tecnología "inverter", así como la utilización de materiales térmicamente aislantes en la envolvente de las viviendas, la tasa de ocupación y la superficie habitable de las viviendas.

### Referencias

- Comisión Federal de Electricidad (CFE). 2015. "Ahorro de Energía". Consultado el 10 de marzo de 2016. Dirección de internet: [http://www.cfe.gob.mx/casa/4\\_informacionalcliente/Paginas/Ahorro-de-Energia.aspx](http://www.cfe.gob.mx/casa/4_informacionalcliente/Paginas/Ahorro-de-Energia.aspx).
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). 2008. "Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables". 1ª ed., febrero de 2008, México: Comisión Nacional de Vivienda, p. 63.
- Comisión Nacional Para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). 2010. "¿Qué espacios y qué aparatos consumen más energía en mi casa?". Consultado el 10 de marzo de 2016. Dirección de internet: [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)
- Crawford, R. 2012. "Life cycle energy analysis". *Environmental Design Guide*, Vol. 71, marzo de 2012. Instituto Australiano de Arquitectos.
- Fideicomiso Para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). 2015. "¿Cuánta energía eléctrica consumen tus aparatos?". Consultado el 10 de marzo de 2016. Dirección de internet: [www.fide.org.mx/images/stories/comunicación/evolucionaria/pdf/sabesloquegastan-opt.pdf](http://www.fide.org.mx/images/stories/comunicación/evolucionaria/pdf/sabesloquegastan-opt.pdf).
- H. Ayuntamiento de Othón Pompeyo Blanco, Quintana Roo. 2005. "Programa Director de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Chetumal-Calderitas-Xul Ha". *Dirección de Desarrollo Urbano del Gobierno Municipal de Othón P. Blanco, Quintana Roo*, 31 de agosto de 2005.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. "2006 IPCC Guidelines for Greenhouse Gas Inventories. Volume 2. Energy". Consultado el 18 de marzo de 2016. Dirección de internet: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2015. "Greenhouse gas benchmark reached". National Oceanic and Atmospheric Administration Research Program" (en línea), Mayo, 2015. Consultada el 5 de abril del 2016. Dirección de internet: <http://research.noaa.gov/News/NewsArchive/LatestNews/TabId/684/ArtMID/1768/ArticleID/11153/Greenhouse-gas-benchmark-reached.aspx>
- Ramesha, T., Prakasha, R., Shuklab, K. 2010. "Life cycle energy analysis of buildings: An overview". *Energy and Buildings*, Vol. 42, p. 1592-1600.
- United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). 2008. "State of World Cities 2008/2009, Harmonious cities". 1st ed. United Kingdom; United States of America: Earthscan Publications Ltd., p. 259.

# ESTABLECIMIENTO DE UN TRATAMIENTO DE DESINFECCION CON AGUA ELECTROLIZADA EN EL CULTIVO IN VITRO DE CHILE HABANERO

Ing. Vega Vega Linda Janeth<sup>1</sup>, Dr. Jesús Estrada Manjarrez<sup>2</sup>, Dr. José Antonio Saucedo Pérez<sup>3</sup>, Dr. Jesús Jaime Rochin Medina<sup>4</sup>.

**Resumen.** Este trabajo tiene como objetivo establecer una metodología de desinfección para el cultivo de tejidos vegetales de chile habanero, a partir de agua electrolizada utilizada como desinfectante. Evaluar la eficacia del agente desinfectante y determinar el mejor tratamiento, a partir de una serie de combinaciones de tiempo y concentración para la etapa de desinfección en la técnica de cultivo *in vitro* del chile habanero. Con esta metodología se pretende obtener un cultivo libre de enfermedades y contaminación, ser menos tóxico para el ser humano, así como disminuir el daño a los tejidos del cultivo y el impacto al medio ambiente, comparado con los agentes desinfectantes utilizados usualmente como el hipoclorito de sodio.

**Palabras clave.** *In vitro*, cultivo de tejidos vegetales, agua electrolizada, agente desinfectante, desinfección.

## INTRODUCCIÓN

La expresión cultivo *in vitro* de plantas, significa cultivar plantas dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial. Esta forma de cultivar las plantas tiene dos características fundamentales: la asepsia y el control de los factores que afectan el crecimiento. Dentro del proceso de micropropagación se diferencian varias fases o etapas: (0) selección y preparación de la planta madre, (1) desinfección de las yemas de la planta y/o desinfección de semillas, (2) introducción del material seleccionado *in vitro*, (3) multiplicación de brotes, (4) enraizamiento y (5) aclimatación (Castillo,2004).

Una de las condiciones básicas que se requieren para el CTV es la asepsia, es decir, la ausencia en el sistema de cualquier organismo contaminante que pudiera afectar los resultados o incluso matar al tejido vegetal cultivado. Por desgracia la contaminación de los cultivos es un fenómeno frecuente, que se ve facilitado por el hecho de que se utilizan medios muy ricos, en los cuales prospera una muy amplia gama de microorganismos. Entre los hongos, los que suelen aparecer con mayor frecuencia como contaminantes de los cultivos pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Candida*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Bortrytis*, *Alternaria* y *Fusarium*. En cuanto a bacterias, suelen presentarse contaminación tanto por Gram positivas como negativas. Entre las primeras destacan los géneros *Actinomyces*, *Bacillus*, *Bordetella*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus* y *Streptomyces*, mientras que entre las Gram negativas son frecuentes *Acinetobacter*, *Agrobacterium radiobacter*, *Erwinia*, *Klebsiella* *Pseudomonas* y *Xanthomonas* (Cassells 1991, Leifert y col. 1994).

Existen dos fuentes probables de contaminación para los cultivos; primeramente, aquella que proviene de los instrumentos utilizados y las condiciones en que se manipulan los mismos y, segundo, aquella que proviene del explante mismo.

<sup>1</sup>Ing. Linda Janeth Vega Vega, es estudiante de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. [lindavega87@gmail.com](mailto:lindavega87@gmail.com)

<sup>2</sup>Dr. Jesús Estrada Manjarrez, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Biotecnología, del departamento de ingeniería bioquímica en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. [jesusestra44@hotmail.com](mailto:jesusestra44@hotmail.com)

<sup>3</sup>Dr. José Antonio Saucedo Pérez, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Biotecnología del departamento de ingeniería bioquímica en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. [josesauceda@hotmail.com](mailto:josesauceda@hotmail.com)

<sup>4</sup>Dr. Jesús Jaime Rochin Medina, es Investigador y profesor de en el área de Biotecnología, del departamento de ingeniería bioquímica en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. [@hotmail.com](mailto:@hotmail.com)

El segundo tipo de contaminación es la que se deriva del explante mismo, siendo ésta más difícil de controlar. Por otro lado, existe un grupo importante de microorganismos llamados endofíticos, cuyo hábitat se encuentra dentro de los tejidos vegetales, ya sea en espacios intracelulares o incluso dentro de las células. Los microorganismos que pertenecen a este segundo grupo son prácticamente imposibles de eliminarse por métodos convencionales, por lo que al presentarse dificultan enormemente el establecimiento de los cultivos. Para la eliminación de microorganismos endofíticos, existen dos métodos; el primero de ellos es el uso de antibióticos y el segundo método es el aislamiento y cultivo de meristemos combinado con quimioterapia o termoterapia para eliminar patógenos.

La esterilización superficial de los tejidos vegetales se realiza básicamente mediante el empleo de compuestos químicos capaces de eliminar a los microorganismos.

El método general para la esterilización superficial de tejidos vegetales consta de un lavado previo de los mismos con agua corriente y un detergente suave, seguido de un tratamiento con el agente químico esterilizante y, el enjuague de los tejidos con agua destilada estéril en un ambiente aséptico. En la tabla 1 se presenta los agentes químicos más utilizados para la esterilización de tejidos vegetales así como su concentración y tiempo de exposición recomendable.

Tabla 1. Agentes químicos más utilizados para la asepsia de tejidos vegetales (Perez-Molphe Balch, 1999).

Agente	Concentración	Tiempo (min.)
Hipoclorito de sodio	0.5-5%	5-30
Hipoclorito de calcio	8-10%	5-30
Nitrato de plata	1%	5-30
Cloruro de mercurio	0.1-1%	2-10
Etanol	70-96%	0.5-3
Isopropanol	70%	0.5-3
Peróxido de hidrógeno	3-12%	5-15
Zephiran (cloruro de benzalkonio)	0.01-0.1%	5-20
Antibióticos	40-500 mg/l	30-90

El uso de agua electrolizada, como un proceso no térmico para la inactivación microbiana, es una opción interesante ya que, a diferencia de los desinfectantes clorados tradicionales, la generación de los agentes inactivantes se produce directamente en el agua. Ha demostrado ser muy eficaz, seguro, fácil de manipular, relativamente barato y ecológico (Huang *et al.*, 2008; Surdu *et al.*, 2009). Este método consigue una solución desinfectante a partir de agua corriente, sin aditivos químicos, por lo que no hay necesidad de manipular productos químicos concentrados potencialmente peligrosos, tales como cloro. Además, las propiedades del agua electrolizada pueden ser controladas en su lugar de producción (Kim *et al.*, 2000).

## DESCRIPCION DEL MÉTODO

El procedimiento general consiste en inocular un medio de cultivo gelificado, en este caso se usó Medio MS (Murashige & Skoog) con un fragmento de tejido u órgano vegetal, llamado explante. Este explante es previamente tratado para eliminar todo organismo que se encuentre en su superficie. A esta etapa se le denomina desinfección.

Se realizó un lavado previo fuera de la campana con agua corriente y detergente al fruto (chile habanero). Posteriormente se introdujo en la campana de flujo laminar en el cual el fruto es expuesto a un segundo lavado en alcohol etílico al 70% por tres minutos. La extracción de semilla se realiza en la campana de flujo laminar de la siguiente manera: se utiliza un bisturí estéril para realizar un corte en la cápsula y extraer la semilla. Con la ayuda de unas pinzas estériles se introducen las semillas a un vaso de precipitado

previamente esterilizado el cual contiene 5 gotas de Tween 20 (agente tensoactivo) en 250 ml de solución y el agente desinfectante en agitación constante. Se usó el hipoclorito de sodio (Cloro comercial) en diferentes tiempos de inmersión y concentración (Tabla 2), al igual que el agua electrolizada (Tabla 3), con un potencial oxidación-reducción de 1100 mV y pH menor a 3.5; con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos; posterior a la agitación se vierte en una superficie estéril (papel filtro) para recuperar las semillas y se lavan 3 veces con una solución de agua estéril. Se realiza el corte en la punta de la semilla para ayudar a que penetre con más facilidad el medio de cultivo, tratando de no dañar el endospermo del explante. Se utilizaron 30 semillas para cada tratamiento distribuidas en grupos de tres semillas en diez cajas de Petri.

El cultivo fue monitoreado a través del tiempo, en un lapso de 7 a 20 días observando como parámetros la contaminación (presencia de hongos y bacterias) y la respuesta del explante a la germinación.

Tabla 2.- Tratamientos con cloro (concentración y tiempo de inmersión)

Concentración Cloro (%)	Tiempo (min)
10	5
	15
	30
20	5
	15
	30
30	5
	15
	30

Tabla 3.- Tratamientos con agua electrolizada (concentración y tiempo de inmersión)

Concentración AEW (ppm)	Tiempo (min)
1.5	5
	15
	30
3	5
	15
	30

## RESULTADOS

En los resultados obtenidos con el hipoclorito de sodio (cloro comercial) no se contaminó ningún tratamiento en la primera corrida, en la segunda hubo una cierta cantidad de cajas contaminadas a diferentes tratamientos, y para la tercera corrida se obtuvo menos contaminación. Esto se debe posiblemente a una mala manipulación del material y esto conlleva a la contaminación sin ser necesariamente del explante. En base a los resultados de estas corridas se observa que el mejor tratamiento para cultivo *in vitro* de chile habanero con hipoclorito de sodio (cloro comercial) el mejor tratamiento fué con una concentración de 20% con 20 min de lavado al no presentar ningún tipo de contaminación en las tres corridas realizadas. (Tabla 4).

Tabla 4.- Resultados obtenidos en tres corridas de lavado con hipoclorito de sodio (cloro comercial).

Medio MS		Resultados		
Concentración Cloro (%)	Tiempo de Lavado (min)	No. de corrida	Cajas contaminadas	
10	5	1	0	
20	5	1	0	
30	5	1	0	
10	15	1	0	
20	15	1	0	
30	15	1	0	
10	30	1	0	
20	30	1	0	
30	30	1	0	
10	5	2	6	
10	15	2	2	
10	30	2	0	
20	5	2	1	
20	15	2	0	
20	30	2	0	
30	5	2	0	
30	15	2	1	
30	30	2	3	
10	5	3	0	
10	15	3	0	
10	30	3	1	
20	5	3	0	
20	15	3	1	
20	30	3	0	
30	5	3	4	
30	15	3	0	
30	30	3	0	

En la (Tabla 5), se muestran los resultados de los tratamientos con agua electrolizada, de los cuales los que se observan sin contaminación son los que tienen tiempo de inmersión de 15 minutos en las dos concentraciones de 1.5 y 3 (ppm) de agua electrolizada. Lo anterior se debe a que con mayor tiempo de inmersión el agua electrolizada se volatiliza, perdiendo así su acción desinfectante, y con un menor tiempo no logra la asepsia del cultivo.

Tabla 5.- Resultados obtenidos en tres corridas de lavado con agua electrolizada.

Medio MS		Resultados		
Concentración AE	Tiempo de Lavado (min)	No. de corrida	Cajas contaminadas	
1.5	5	1	3	
1.5	15	1	0	
1.5	30	1	2	
3	5	1	1	
3	15	1	0	
3	30	1	9	
1.5	5	2	0	
1.5	15	2	0	
1.5	30	2	1	
3	5	2	0	
3	15	2	0	
3	30	2	0	
1.5	5	3	1	
1.5	15	3	0	
1.5	30	3	0	
3	5	3	1	
3	15	3	0	
3	30	3	1	

Los resultados obtenidos demuestran que aunque los dos agentes desinfectantes hayan mostrado resultados sin contaminación, el agua electrolizada se puede considerar una alternativa para este tipo de método debido a su eficacia y seguro para el medio ambiente concordando así con Nuñez Sanchez (2012).

## CONCLUSIONES

Los tratamientos con agua electrolizada demostraron ser eficaces para eliminar la contaminación, el mejor tratamiento fue el de 1.5ppm a 15 minutos de tiempo de inmersión, ya que no se observó contaminación en ninguno de sus tres corridas, esto debido a que se obtienen los mismos resultados que el tratamiento de 3ppm a 30 minutos, en un menor tiempo.

Se demostró que el agua electrolizada supone una alternativa al hipoclorito de sodio como agente desinfectante, ya que es un desinfectante eficaz, de bajo costo, menos riesgo de manipulación y seguro para el medio ambiente al no dejar residuos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cassells, A.C. 1991. "Problems in Tissue Culture: Contamination" In: Debergh, P.C., Zimmerman, R.H. (Eds). *Micropropagation: Technology and application*: Kluwer Academic Publishers. Boston. Pp. 31-44
- [2] Castillo, A. 2004. Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. INIA Las Brujas: Investigadora, Unidad de Biotecnología.
- [3] Huang, Y.R.; Y.; Hsu, S.; Huang, Y. and Hwang, D. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control*, 19: 329-345.
- [4] Kim, C., Hung, Y-C. and Brackett, R.E. 2000. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *J Food Prot*, 63: 19-24.
- [5] Leifert, C., Morris, C.E., Waites, W.M. 1994. "Ecology of microbial saprophytes and pathogens in tissue culture and field grown plants: Reasons for contamination problems *in vitro*". *Critical Reviews in Plant Sciences*. 13: 139-183
- [6] Nuñez Sanchez, M. 2012. Efecto del agua electrolizada sobre el sistema antioxidante y la enzima mirosinasa en brócoli mínimamente procesado (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
- [7] Pérez Molphe-Bach E.; Ramírez-Malagón, R.; Nuñez-Paleniús H. y Ochoa-Alejo N. 1999. Introducción al Cultivo de Tejidos Vegetales. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Primera edición México, pp 179.
- [8] Surdu, I., Vatuiu, I.; Jurcoane, S.; Olteanu, M. and Vatuiu, D. 2009. The sanitation effect of electrolyzed water (neutral anolyte -ank) on pathogen agents from living space and feedstuffs used in laying hens nutrition. En: 8<sup>th</sup> International Symposium of Animal Nutrition and Biology, Balotesti. Rumania. 24-25

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO ANUAL DE *Heliconia stricta* EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Ricardo Velasco Carrillo Dr.<sup>1</sup>, Dra. Sandra Guadalupe Gómez Flores<sup>2</sup>, Dr. Francisco García Barrientos<sup>3</sup>, Daniel Alberto Reséndiz Saldaña<sup>4</sup> y Génesis Martín del Campo Reyes<sup>5</sup>

**Resumen**— En el año 2013 se estableció una plantación de heliconias en el invernadero del Instituto Tecnológico de Altamira. Se consideró un lote de 60 m<sup>2</sup> (tres y veinte metros de ancho y largo respectivamente) de *Heliconia stricta*, en plena producción de flor con el objetivo de obtener información de la producción de flores, durante el periodo comprendido del 1 de Diciembre de 2014 al 7 de mayo de 2015. Se estableció un sistema de riego por cintilla y se aplicó agua cuando lo requirió la planta. Se fertilizó con nitrofoska y sulfato de potasio cada tres meses, se realizaron podas y aclareos mensualmente. Se cortaron 475 flores durante el periodo a evaluar, equivalente a 79 167 flores por hectárea por año, haciéndose una vez por semana. Por lo tanto la *H. stricta* presenta floración estacional, prospera y produce flores de calidad en las condiciones donde se le cultivo.

**Palabras clave**— Producción de flor, Flores tropicales, Heliconias, Cultivo de flores

### Introducción

A las heliconias se les considera entre las especies tropicales más comunes para su cultivo como plantas ornamentales por su durabilidad, el colorido y belleza de sus brácteas, que son los órganos más atractivos, normalmente de colores primarios y/o mezclados, lo que ha generado que la demanda por ellas se incremente de manera significativa en los últimos años.

Pérez *et. al* (2005), indica que el mercado de flores tropicales es reciente en América Latina, es por esa razón que hasta la fecha las heliconias han sido poco difundidas en México. No obstante, como resultado de su popularidad horticultural y comercial, hoy en día son cultivadas en las cercanías de todas las regiones tropicales del mundo y en algunas áreas donde estas especies no son nativas. Cabe resaltar, que las flores y follajes tropicales son altamente demandados por países como Estados Unidos, Canadá y en el continente europeo, con un alto valor comercial porque éstos países no cuentan con las características idóneas como lo es el clima. En México, la producción de flores tropicales como las heliconias con flores comerciales se presenta en los estados de Veracruz, Chiapas y Tabasco, aunque existen estados de la República, donde también proliferan pero no se producen intensivamente para su comercialización.

La mayoría de los expertos botánicos coincide con aceptar la existencia de cerca de 250 especies de heliconias y casi 300 variedades de cultivo repartidas en todo el mundo, muchas de ellas de origen híbrido (Jerez, 2007).

López (2009) señala, que es Colombia el país con mayor diversidad de especies de heliconias, cerca de 100 distribuidas a lo largo y ancho de sus 5 zonas geográficas. En la región andina se localiza el mayor número, y en menor proporción en las zonas pacífica, amazónica, caribeña y Orinoquia.

### Materiales y Métodos

Se seleccionó un lote de un metro de ancho y veinte metros de largo de una plantación de *Heliconia stricta*, con separación entre camas de dos metros, considerando una parcela útil de 60 metros cuadrados, en plena producción

<sup>1</sup> El Dr. Ricardo Velasco Carrillo es profesor de Fisiología Vegetal y Estadística en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Biología e Ingeniería en Agronomía. [riveca60@yahoo.com.mx](mailto:riveca60@yahoo.com.mx)

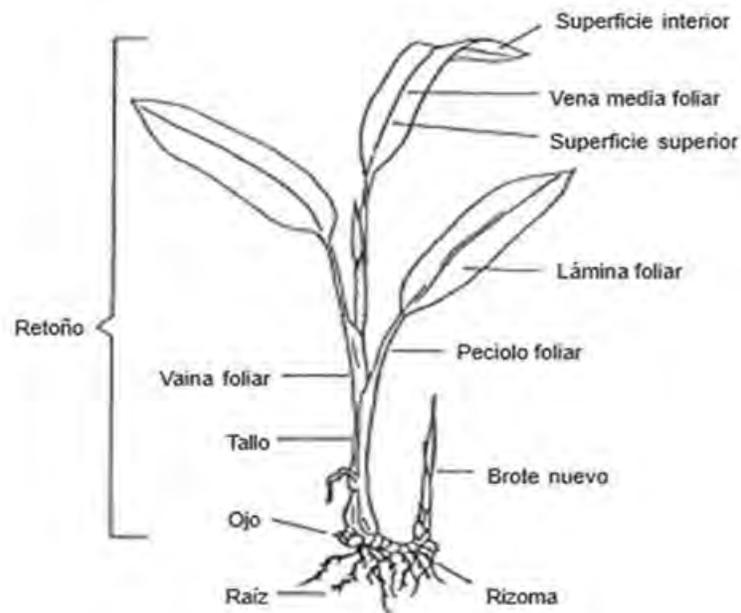
<sup>2</sup> La Dra. Sandra Guadalupe Gómez Flores es profesora de Gestión del Capital Humano y Mercadotecnia en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Administración e Ingeniería en Gestión Empresarial. [sgomez\\_flores@hotmail.com](mailto:sgomez_flores@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Francisco García Barrientos es profesor de Genotécnia Vegetal en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Biología e Ingeniería en Agronomía. [fragaba@prodigy.net.mx](mailto:fragaba@prodigy.net.mx)

<sup>4</sup> El alumno Daniel Alberto Reséndiz Saldaña estudia la carrera de Licenciatura en Biología y cursa el noveno semestre en el Instituto Tecnológico de Altamira. [ddan-120@hotmail.com](mailto:ddan-120@hotmail.com)

<sup>5</sup> La alumna Génesis Martín del Campo Reyes estudia la carrera de Licenciatura en Administración y cursa el octavo semestre en el Instituto Tecnológico de Altamira. [genesis77\\_mcr@hotmail.com](mailto:genesis77_mcr@hotmail.com)

de flor que había sido establecida en Marzo del año 2013, en uno de los invernaderos del Instituto Tecnológico de Altamira que estaba parcialmente cubierto con plástico, con el objetivo de obtener información del comportamiento productivo de flor de corte de *Heliconia stricta* en el periodo de un año (junio 2014 a mayo de 2015). La *Heliconia stricta* es una especie con amplia distribución geográfica en América y crece desde el nivel del mar hasta una altitud de 1500 metros. Con respuesta al fotoperiodo, requiriendo de días cortos para el florecimiento. Mide entre 1.5 a 3 m de altura. Con pseudotallo formado por las vainas imbricadas de las hojas y con rizomas subterráneos. Las hojas son simples y envainadoras hacia la base, el pecíolo mide entre 50 y 100 cm de largo, la lámina es rectangular y mide entre 80 y 150 cm de largo y 20 a 30 cm de ancho, con superficie lisa y de color verde por ambos lados, la margen es entera y la nervadura es pinnada paralela. En la figura se muestra en general como son las características de crecimiento de las heliconias y como están dispuestas las hojas.



Fuente: Sosa (2013)

**Figura 1. Características de crecimiento y disposición de las hojas en Heliconia**

La inflorescencia es erecta con 8 a 10 brácteas dísticas. Las brácteas son de 2 a 4.5 cm de ancho y de 8 a 18 cm de largo, rojas o anaranjadas con la quilla amarilla. El labio es verde con una banda amarillenta por debajo. El raquis va de amarillo a rojo. Los sépalos son blancos hacia la base y verdes hacia el ápice, con la punta blanca. Bruner (2014), indica que esta especie es fotoperiódica de día corto, es decir que las inflorescencias se producen en respuesta a los días cortos. Los rizomas son mesomorfos que presentan características intermedias a los delgados o leptomorfos y gruesos o paquimorfos como lo señalan (Iracheta *et. al* 2013).

Riego. Se regó una vez por semana, obteniendo el agua de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Altamira (lugar donde se realizó el proyecto). Con un sistema de riego por goteo con cintilla utilizando como fuente de agua procesada del proyecto de acuicultura, al cambiar semanalmente el 10% de los volúmenes utilizados en los tanques, aproximadamente 3000 litros para todo el invernadero y aproximadamente entre 500 a 750 litros semanalmente al área de estudio.

Fertilización. Se fertilizó con dos kilogramos de nitrofoska y un kilogramo de sulfato de potasio en junio, agosto, octubre, diciembre y marzo.

Poda. Se cortó hojas dañadas así como las más viejas dejando las hojas recientes para mayor producción de fotosíntesis, se dejó tres hojas por planta una vez por mes durante todo el periodo de estudio.

Cosecha. Se cortó y contabilizó flor una vez por semana en el periodo de producción comprendido entre 1 de diciembre de 2014 y 7 de mayo de 2015, cortando solo las flores abiertas (cuando tenga tres o más brácteas abiertas), haciendo un corte transversal desde la base del pseudo tallo en donde se encuentra la flor y contabilizando el número de flores cortadas, lavándolas y preparándolas para su venta en Instituto Tecnológico de Altamira. Se registraron las actividades de mantenimiento de la plantación como lo explican (Baltazar *et. al* 2011) en su manual de “Producción Comercial de Heliconias” y se contabilizaron los tiempos que les llevo ejecutarlas, así como las cantidades de agroquímicos que se aplicaron en el periodo señalado, aclarando que no se presentaron plagas y/o enfermedades de consideración que ameritaran algún control químico de ellas. El periodo de toma de datos fue de 23 semanas, registrando la cantidad de flores que se cortaron semanalmente. Para el análisis se extrapola la producción de flores de 60 metros cuadrados de la parcela útil a una hectárea.

### Resultados y discusiones

En el cuadro 1 se muestra las fechas en la que se realizó la cosecha de flor, identificando mayor producción correspondientes a las semanas 34, 38 y 46 con 42, 38 y 38 flores respectivamente, así como las de menor producción del ciclo anual, con tres correspondientes a las semanas 29 y 51 que coinciden con el inicio y conclusión del periodo de producción de flor; las semanas en las que se podó y fertilizó para un mejor crecimiento de las plantas.

**Cuadro 1. Calendario de producción de flor y actividades de mantenimiento en la plantación de *Heliconia stricta***

Semana	Fecha	Núm. de Flores	Actividad	Semana	Fecha	Núm. de Flores	Actividad
1	06/06/2014	-	Poda	27	21/11/2014	-	
2	13/06/2014	-	Fertilización	28	28/11/2014	-	
3	20/06/2014	-		29	05/12/2014	3	Poda
4	27/06/2014	-		30	12/12/2014	22	Fertilización
5	04/07/2014	-		31	19/12/2014	20	
6	11/07/2014	-		32	26/12/2014	22	
7	18/07/2014	-		33	02/01/2015	27	Poda
8	25/07/2014	-		34	09/01/2015	42	
9	01/08/2014	-	Poda	35	16/01/2015	27	
10	08/08/2014	-		36	23/01/2015	22	
11	15/08/2014	-		37	30/01/2015	14	Poda
12	22/08/2014	-	Fertilización	38	06/02/2015	30	
13	29/08/2014	-	Poda	39	13/02/2015	38	
14	05/09/2014	-		40	20/02/2015	12	
15	12/09/2014	-		41	27/02/2015	15	Poda
16	19/09/2014	-		42	06/03/2015	12	Fertilización
17	26/09/2014	-	Poda	43	13/03/2015	11	
18	03/10/2014	-		44	20/03/2015	8	
19	10/10/2014	-		45	27/03/2015	33	Poda
20	17/10/2014	-	Fertilización	46	03/04/2015	38	
21	24/10/2014	-	Poda	47	10/04/2015	35	
22	31/10/2014	-		48	17/04/2015	8	
23	07/11/2014	-		49	24/04/2015	18	Poda
24	14/11/2014	-		50	01/05/2015	15	
25	21/11/2014	-	Poda	51	08/05/2015	3	
26	28/11/2014	-		52	15/05/2015	-	

En la Figura 2 se observa el comportamiento de la producción de flores durante 23 semanas, que es el periodo en donde la planta produce y se cosecha flor en la cual se identifican tres picos positivos en la producción en las semanas 6, 11 y 18 del periodo productivo que corresponden con las fechas 9 de enero, 13 de febrero 3 de abril con 42, 38 y 38 flores respectivamente. Se observa también que en la primer y última semana del periodo productivo se

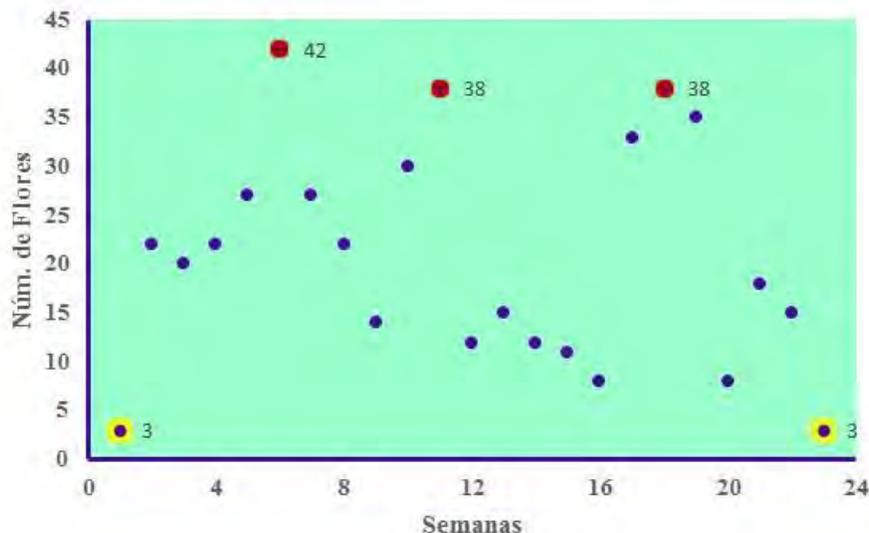


Figura 2. Comportamiento de la producción de flor en la plantación de *Heliconia stricta* en 23 semanas

presentan las producciones más bajas con tres flores, lo que indica que el inicio y término de la floración es gradual y no abrupta. Es importante señalar que esta especie es afectada por el fotoperiodo y que florece en días cortos y noches largas.

Cuadro 2. Producción de *Heliconia stricta* real y estimada por hectárea en el periodo

Semana	Fecha	Número de flores cosechadas por semana		
		60 m <sup>2</sup>	Hectárea	Acumulado por Hectárea
1	05/12/2014	3	500	500
2	12/12/2014	22	3667	4167
3	19/12/2014	20	3333	7500
4	26/12/2014	22	3667	11167
5	02/01/2015	27	4500	15667
6	09/01/2015	42	7000	22667
7	16/01/2015	27	4500	27167
8	23/01/2015	22	3667	30833
9	30/01/2015	14	2333	33167
10	06/02/2015	30	5000	38167
11	13/02/2015	38	6333	44500
12	20/02/2015	12	2000	46500
13	27/02/2015	15	2500	49000
14	06/03/2015	12	2000	51000
15	13/03/2015	11	1833	52833
16	20/03/2015	8	1333	54167
17	27/03/2015	33	5500	59667
18	03/04/2015	38	6333	66000
19	10/04/2015	35	5833	71833
20	17/04/2015	8	1333	73167
21	24/04/2015	18	3000	76167
22	01/05/2015	15	2500	78667
23	08/05/2015	3	500	79167

Para obtener los valores estimados de producción de flor por hectárea se consideró que el ancho de la cama es de un metro y la separación entre camas es de dos metros, por lo tanto los 60 metros cuadrados representan la 166.7 parte de una hectárea. De tal manera que al multiplicar la producción de la flor en la cama por 166.7, se obtuvo la producción por hectárea como se observa en cuadro 2.

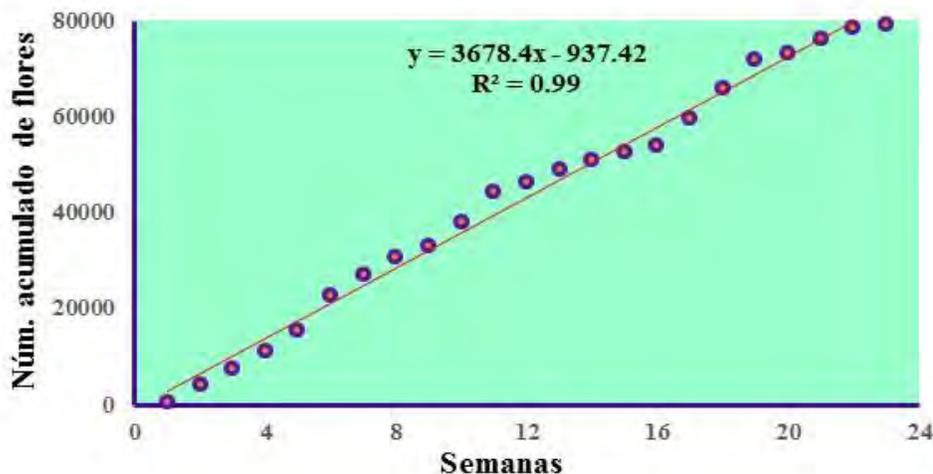


Figura 3. Producción semanal estimada acumulada de flores por hectárea

Con los valores acumulados de flores por semana se generó una gráfica de dispersión de los datos, (Figura 3) la ecuación de regresión lineal simple con un valor de  $R^2 = 0.99$ . Donde la pendiente, 3678.4, representa la producción semanal promedio estimada de flores por hectárea en el periodo de estudio de 23 semanas y un total anual 79 167 flores por hectárea.

### Conclusiones

Después de haber analizado y discutido los resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La *heliconia stricta* es una de la especie que prospera en las condiciones semicontroladas del invernadero donde se le cultivo y produce flores con las características deseables de calidad
- Es una especie influenciada por el fotoperiodo y en el Sur de Tamaulipas florece en días cortos y noches largas.
- El volumen de producción semanal promedio por hectárea para el periodo de floración es 3378 flores.
- El volumen de producción estimado por hectárea por año es de 79 167 flores.

### Referencias bibliográficas

- Baltazar, B.O., Zavala R. J., Hernández N. S. de J. *Producción comercial de heliconias*. Ed. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco Edo. de México. 63, (2011).
- Bruner B. *Flores tropicales y su cultivo: las Heliconias*. Lexington, KY. USA. 418 p (2014)
- Iracheta, D. L., Olivera de los S. A., Ortiz S. C. y López G. P. *Propagación de Heliconias*. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Delegación Coyoacán, México, D. F. (2013)
- Jerez, E. *El cultivo de las heliconias*. Cultivos Tropicales, vol. 28, núm. 1, 2007, pp. 29-35
- López J. G. *Heliconias de Colombia*. Boletín informativo Núm. 9. Ministerio de Comunicaciones Republica de Colombia. 10, (2009).
- Maza V. *Cultivo, cosecha y poscosecha de Heliconias y flores tropicales*. Primera edición. Jardín Botánico. 193 p. (2013).
- Pérez, F. J. C. Sosa Moss, J. M. Mejía Muñoz y L. Bucio Alanís. *El cultivo de plantas ornamentales tropicales*. Instituto para el desarrollo de sistemas de Producción del trópico húmedo de Tabasco. Villahermosa Tabasco, 177p. (2005)
- Sosa R. F. M. *Cultivo del género Heliconia*. Cultivos tropicales vol. 34 no.1 La Habana Cuba (2013).

### **Notas Biográficas**

El **Dr. Ricardo Velasco Carrillo** es ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Autónoma Chapingo con posgrado en ciencias agropecuarias por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, es profesor de Fisiología Vegetal y Estadística en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Biología e Ingeniería en Agronomía.

La **Dra. Sandra Guadalupe Gómez Flores** es Ingeniero químico egresada del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero con Posgrados en Administración y Educación Internacional, es profesora de Gestión del Capital Humano y Mercadotecnia en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Administración e Ingeniería en Gestión Empresarial.

El **Dr. Francisco García Barrientos** es ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Autónoma de Tamaulipas con posgrado en Ciencias Agropecuarias por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, es profesor de Genotécnia Vegetal en el Instituto Tecnológico de Altamira en las carreras de Licenciatura en Biología e Ingeniería en Agronomía.

El **alumno Daniel Alberto Reséndiz Saldaña** estudia la carrera de Licenciatura en Biología y cursa el noveno semestre en el Instituto Tecnológico de Altamira.

La **alumna Génesis Martín del Campo Reyes** estudia la carrera de Licenciatura en Administración y cursa el octavo semestre en el Instituto Tecnológico de Altamira

# RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL Y LAS REDES DE CONOCIMIENTO: CASO DE UNA MICROEMPRESA POBLANA

María Antonieta Monserrat Vera Muñoz, Rafaela Martínez Méndez y José Gerardo Serafin Vera Muñoz.

**Resumen**— En la presente investigación se realizó un análisis del apoyo que brindan las redes de conocimiento, concretamente los nodos establecidos entre la micro empresa; con el Gobierno y las Agrupaciones empresariales para facilitar y/o agilizar las prácticas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE)

Para caracterizar estas prácticas, como sustento teórico, se analizaron diversos autores relacionados con el tema, para identificar las diferentes prácticas de RSE a la luz de acciones recomendadas, por el gobierno y agrupaciones identificadas con la RSE. Al amparo de una metodología cualitativa aplicada a un caso de estudio. Los resultados muestran cómo la microempresa puede realizar prácticas para apoyar a su entorno social, el cuidado de los recursos naturales y en general el medio ambiente independiente de su tamaño y giro económico en el que se encuentren. Comprobando la pertinencia de las prácticas recomendadas por la dependencias mencionadas y la relación de ellas con la sustentabilidad.

**Palabras clave**— Responsabilidad Social empresarial, Redes de conocimiento.

## Introducción

Los temas relacionados con la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), involucran a todas las empresas, también a las micro empresas, estas empresas participan y contribuyen con propuestas que se convierten en acciones, prácticas empresariales que apoyan su compromiso con la sociedad y el cumplimiento con las acciones propuestas por las dependencias de gobierno y agrupaciones empresariales

Por lo que el objetivo del trabajo es identificar la participación de las redes sociales o de conocimiento en las practicas empresariales de responsabilidad social en particular el nodo de la red establecido con el gobierno y agrupaciones empresariales.

Para lograr el objetivo mencionado, el trabajo se estructura de la siguiente forma; inicialmente de un resumen, continuando con la introducción, para dar paso a la revisión de la literatura, la cual se integra de los siguientes puntos. Responsabilidad Social Empresarial, redes de conocimiento, prácticas recomendadas por entidades de gobierno y agrupaciones empresariales; continuando con la metodología, apartado donde describe la misma enfocada a un estudio de caso, en donde se relatan, diferentes aspectos de la empresa como sus orígenes, estructura de operación producción, mercado y resultado del análisis del caso de estudio finalizando con las conclusiones y bibliografía.

## Descripción del Método

Metodológicamente el trabajo se realiza con un enfoque cualitativo partiendo de la revisión de literatura que permitió enmarcar teóricamente el trabajo, para dar paso a la investigación de campo, con entrevistas a profundidad y observación en situ. Para tener información primaria que permitiera apoyar los supuestos. Considerando la variable de ESR. Para asumir una visión diferente respecto a la forma como ha sido abordado el tema de la RSE y este trabajo enfocarlo a la microempresa.

### **Responsabilidad Social Empresarial**

La responsabilidad Social de acuerdo a Reyno (2006) aparece en respuesta de los cambios económicos y sociales producidos por la globalización, contexto donde se hace necesario un cambio en el concepto de los negocios que responda de manera efectiva a las exigencias que la sociedad y el mercado demandan a la empresa.

“La RSE es la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y ambientales en sus operaciones comerciales y en sus relaciones con sus interlocutores”, (Libro Verde “Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas”; Porto y Castromán, 2006).

Se ha establecido que la RSE es la integración voluntaria por parte de las empresas de preocupaciones sociales y ambientales en sus operaciones comerciales, procesos productivos y relacionados con los grupos de interés: clientes, proveedores, trabajadores, accionistas (Catalunya, 2012; citado por Toledo, 2015).

Y para el Centro Mexicano para la Filantropía se entiende por Responsabilidad Social (RS):

“[...] la conciencia del compromiso y la acción de mejora continua medida y consistente, que hace posible a la empresa ser más competitiva, cumpliendo con las expectativas de todos sus participantes en particular y de la sociedad en lo general, respetando la dignidad de la persona, las comunidades en las que opera y su entorno.

La Norma ISO 26.000 publicada en 2010, proporciona líneas directrices para operar con responsabilidad social, señalando que una organización debe ser responsable de los impactos de sus actividades y decisiones en la sociedad y en el medio ambiente.

Las definiciones anteriores nos permiten identificar acciones comunes en ellas que apoyan a construir un esquema de la integración de la Responsabilidad Social Figura 1

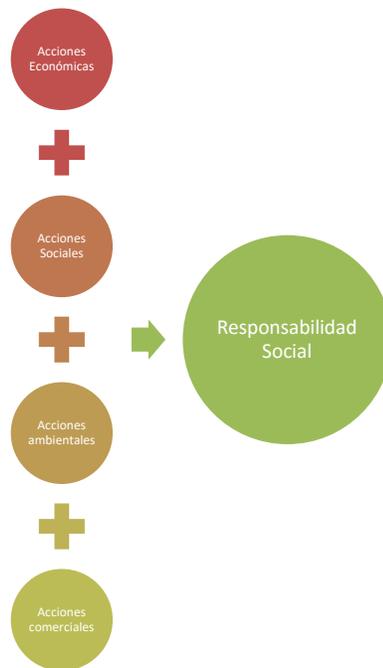


Figura 1 acciones que integran la Responsabilidad Social.

Las aportaciones sobre lo que se considera Responsabilidad Social marcan un compromiso para la empresa independientemente de su tamaño o giro, hacia la sociedad en general. Esta se puede vislumbrar en la parte externa a la empresa, pero también una parte de la sociedad representada, por ejemplo por los colaboradores de la empresa se encuentra al interior de la misma. Lo anterior apunta a que la visión de la empresa debe ser integral, es decir considerar el interior y exterior de la misma para lograr un equilibrio y poder hacer frente a las exigencias de la globalización. Haciendo conciencia de que la empresa funciona por el intercambio que se realiza entre diferentes actores con intereses comunes y no de forma unilateral.

Por lo que referimos la propuesta de la pirámide la RSE, donde se encuentra el enfoque interno y el enfoque externo de la RSE y en cuya base (primer escalón) se encuentra el cumplimiento del Marco Legal, evitando la evasión, propiciando transparencia en sus operaciones, cumpliendo con programas de capacitación, invirtiendo en tecnología limpia que no dañe al medio ambiente. En el segundo escalón de la pirámide se encuentra el desarrollo de la persona, que se refiere a proporcionar por parte de la empresa a los colaboradores salarios justos, buenas condiciones de trabajo respecto a la ley laboral aplicable y una capacitación permanente. El tercer escalón integra el enfoque externo de la RSE y se refiere a la Proyección a la familia del colaborador, propone integrar a la familia en el trabajo que el colaborador realiza para que estén informados y se conviertan en voceros de la empresa. Cuarto escalón Proyección a la comunidad por medio de alianzas con el gobierno y otros organismos para apoyar el desarrollo de la zona donde se encuentre la empresa como buenos vecinos corporativos. Quinto y último escalón diseño y ejecución de políticas de estado, tener prácticas de interacción con las decisiones gubernamentales y diseño e implementación y contribuir a generar un mejor clima de negocios. ([http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que\\_es\\_RSE;](http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que_es_RSE;)) figura 2.



Figura 2 Enfoque interno y externo de la RS

La RSE es un compromiso de la empresa con el entorno interno y el externo cuyo objeto es el logro del desarrollo económico sustentable, que vincula: clientes, proveedores, empleados, medio ambiente, sociedad o comunidad, sector público y privado, mercados financieros, predominando la corriente de pensamiento basado en la doctrina de Frydman: el negocio de los negocios es solo crear valor económico, misma que se ha modificado para que en la actualidad sea: el negocio de los negocios es crear valor social al crear valor económico (Banco Interamericano de Desarrollo, 2005).

Las acciones de RSE internas y externas son igualmente importantes para la empresa y deben guardar un equilibrio para su ejecución, con la finalidad de demostrar la RSE (Vera, 2015).

#### **Redes de conocimiento**

En las redes de conocimiento, la interacción supone colaboración y reciprocidad, monitoreo mutuo de las acciones, confianza y racionalidad deliberativa (Luna & Velasco 2006).

Una Red de Conocimiento es un grupo de personas e instituciones que se asocian para investigar o desarrollar proyectos con sentido social. Su finalidad es mejorar la calidad del trabajo, crear y fortalecer la cooperación y el aprovechamiento de recursos, así como posibilitar el libre flujo de información entre los grupos sociales. Esto sólo es posible, si los actores se fundamentan en principios como la solidaridad y la integración constructiva, creativa, (Lopera, 2000).

De acuerdo a Sebastian (2000; citado por Cárdenas y Klingler, 2011) Las redes de conocimiento se pueden definir como asociaciones de interesados que tienen como objetivo la consecución de resultados acordados conjuntamente a través de la participación y la colaboración mutua.

Por su parte Castellanos (2000; citado por Prada, 2005) define a una red de conocimiento como una comunidad de personas que, de modo formal o informal, ocasionalmente, a tiempo parcial o de forma dedicada, trabajan con un interés común y basan sus acciones en la construcción, el desarrollo y la socialización de conocimientos.

Para efectos de esta investigación se definirán a las redes de conocimiento como: Un grupo de actores (personas e instituciones) interesados en un fin común, integrándose en nodos para intercambiar recursos y beneficios, a través de la cooperación, colaboración, y solidaridad constructiva figura 3

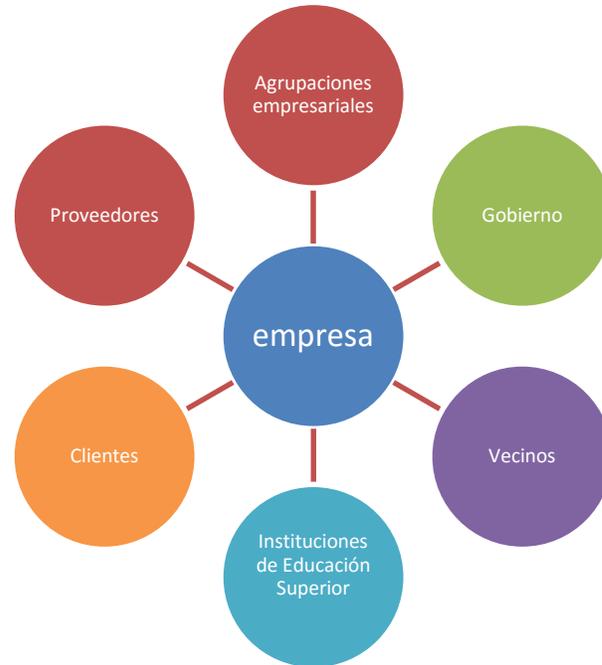


Figura 3 Representación de la integración de una red de conocimientos

**Prácticas de Responsabilidad Social**

Las actividades de Fomento ambiental propuesta por la SEMARNAT las resumimos en la Tabla 1 (Vera, Martínez, Vera Y Tlachi, 2016).

Fomento Ambiental					
Fundamento	Conceptos	Actividades			
Leyes Federales y Estatales, Reglamentos del Sector, Diario Oficial, Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas.	Turismo Sustentable	México natural	Especial de turismo sustentable	Mejores prácticas ambientales. Marinas y de campos de Golf	
	Producción y Consumo Sustentable				
	Residuos				
	Energías Renovables	Sistema de Información Energética	Guía de Programas de Fomento de Energías Renovables	Uso eficiente de Energía	Desarrollo de proyectos comunitarios
	Playas				
	Edificación Sustentable				
	Manejo Sustentable de Tierras				
	Calidad del aire				

Tabla 1 Propuesta de actividades empresariales para el Fomento Ambiental.

Con base en la tabla anterior se pueden rescatar como prácticas de RS las siguientes a manera de ejemplo:

Producción y Consumo Sustentable: Evitar la venta de alimentos chatarra

Residuos- Desecho responsable de los mismos, separación de basura.

**Micro empresa**

El tamaño de la empresa se define en función del número de empleados y sector. Tabla 2

Sector	Tamaño por número de empleados			
	Micro	Pequeña	Grande	Grande
Agropecuario	2-10	11-25	26-100 >100	>100
Mínero y extractivo	2-10	11-50	51-250	>250
Industria manufacturera	2-10	11-50	51-250	>250
Construcción	2-10	11-50	51-250	>250
Comercio	2-10	11-30	31-100	>100
Transporte y comunicaciones	2-10	11-50	51-100	>100
Servicios	2-10	11-50	51-100	>100

Tabla 1 clasificación de empresas según CEMEFI, 2016

### **Estudio de caso**

La empresa inicia operaciones hace más de 35 años como una forma de obtener ingresos económicos para el sustento familiar, teniendo como fundadores a un matrimonio joven los que con en el transcurrir del tiempo procrearon 3 hijos. La micro empresa es atendida por ellos dos, personalmente y se dedica a la comercialización de verduras, frutas, refrescos, abarrotos y algunos embutidos.

Está instalada al norte de Puebla capital y tiene un espacio físico de 20 metros cuadrados, para la actividad de comercialización utiliza 9 metros de los 20 y el resto lo ocupan como bodega. Por aproximadamente 15 años además de los dueños también participaron en ella los tres hijos haciendo un total de 5 personas las que integraban la empresa repartiéndose las actividades de compra de suministro y atención a clientes en un horario de lunes a domingo de 10 de la mañana a 10 de la noche.

En el 2007 muere el esposo de la dueña, los hijos tienen sus propias actividades y en el 2016 únicamente integran la empresa la dueña y el hijo menor, compartiendo las actividades de compras y atención a clientes ambos.

Conservan la misma actividad y ofertan los mismos productos, así como también el mismo espacio físico.

### **Comentarios Finales**

#### **Resumen de resultados**

En este trabajo investigativo se estudió la factibilidad de cumplir con algunas prácticas de responsabilidad social propuestas por el gobierno en una micro empresa con actividad comercial y como producto de la entrevista realizada a dueña de la empresa y la observación in situ, nos percatamos que existe interés de la dueña por sumarse a apoyar a la RSE ya que antes de la entrevista desconocía, lo que era la RSE pero está dispuesta a realizar prácticas a favor de ella iniciando por el separado de basura.

Argumenta la dueña falta de información al respecto y que se interesó en el tema antes de la entrevista por la información del Gobierno, platicas con los clientes y proveedores, lo que nos permitió comprobar que las redes de conocimiento e información establecidas con los actores mencionados facilitaron la información de la RSE y por consiguiente colaboraron a fomentar en la dueña la voluntad de realizar prácticas de RSE, independientemente de ser una micro empresa con 2 trabajadores.

### **Conclusiones**

El tema Responsabilidad Social Empresarial (RSE) se ha convertido en una exigencia actual y al analizar los diferentes conceptos de la RSE se encuentran coincidencias que versan sobre compromiso voluntario en el quehacer social, económico y ambiental.

Las redes de conocimiento se gestan por grupos de actores con intereses comunes y sirven con base en la confianza y el intercambio cotidiano a facilitar información y conocimientos

Los dos puntos anteriores al enlazarse provocan agilidad en las prácticas de RSE y disposición y voluntad para sumarse a la RSE por los micro empresarios independientemente del tamaño de su empresa o d su giro.

Finalmente se resalta la importancia de la información para involucrase en este caso con la RSE, ya que aún el tema es desconocido por lo que hace falta mayor difusión

### **Referencias**

Cárdenas y Klingler. (2011) La formación de redes de conocimiento sobre sustentabilidad en México. El caso del Conacyt, la UNAM y el IPN. Área de investigación: Entorno social de las organizaciones XVI Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática.

Comisión de las Comunidades Europeas. (2001). Libro verde, Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas. Recuperado de: [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2001/com2001\\_0366es01.pdf](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2001/com2001_0366es01.pdf). 10.08.2012 28 de enero 2016.

Luna, Matilde y José Luis Velasco, 2006, «Redes de Conocimiento: principios de coordinación y mecanismos de integración». En Redes de Conocimiento. Construcción, dinámica y gestión, editado por Mario Alborno y Claudio Alfaraz, pp. 17-40. RICYD/CYTED/UNESCO, Buenos Aires.

Lopera, H. (2000). Integración de redes de conocimiento: una responsabilidad de la biblioteca universitaria. Recuperado 03 de abril de 2016.  
[http://64.233.187.104/search?q=cache:s\\_MVD1pOVNoJ:eprints.rclis.org/archive/00003636/01/lopera.pdf+%22Integraci%C3%B3n+d](http://64.233.187.104/search?q=cache:s_MVD1pOVNoJ:eprints.rclis.org/archive/00003636/01/lopera.pdf+%22Integraci%C3%B3n+d)

[http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que\\_es\\_RSE](http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que_es_RSE)

Porto Serantes N. y Castromán Diz J. (2006), Responsabilidad Social: un Análisis de la situación actual en México y España, Contaduría y Administración, septiembre-diciembre No. 220, pp. 67-88, México.

Prada (2005). Las redes de conocimiento y las organizaciones. Revista Bibliotecas y tecnologías de la información Vol. 2 No 4 (Octubre – Diciembre).

Reyno Momberg, M. (2006) Responsabilidad social empresarial como ventaja competitiva (Tesis de maestría, Universidad Técnica Federico Santa María). Recuperado de <http://www.eumed.net/librosgratis/2008c/436/#indice> 15 de marzo 2016.

Toledo (2015). La Responsabilidad Social Universitaria En Una Universidad Pública De Tabasco. Memorias del XIII Congreso Internacional de Análisis Organizacional. 20 años de estudios organizacionales. Consolidando la perspectiva organizacional en México y América Latina.

Vera Monserrat (2015), Responsabilidad Social Empresarial caso: Cooperativas Rurales Memorias del XIII Congreso Internacional de Análisis Organizacional. 20 años de estudios organizacionales. Consolidando la perspectiva organizacional en México y América Latina.

Vera, Martínez, Vera Y Tlachi, (2016). Responsabilidad Social Empresarial y los profesionales de las Ciencias Económico-Administrativas. Revista Global de Negocios Vo. 4 No. 7 pp 1-12.

[www. Cemefi.org.mx](http://www.Cemefi.org.mx)

### Notas Biográficas

La **Dra. Antonieta Monserrat Vera Muñoz**. Es profesora investigadora en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Terminó sus estudios de postgrado en Dirección de Organizaciones en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Ha publicado artículos en las revistas RIAF, RGN, HUNAB KU y otras. Su libro “Contabilidad Ambiental en las PYME es una obra innovadora en el campo de la Contaduría Pública.

La **Dra. Rafaela Martínez Méndez**. Doctora en Administración. Desde 1992 es Profesora-investigadora de tiempo completo en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

El **Dr. Gerardo Vera Muñoz**. Doctor en Administración. Desde 1986 es Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

# ADOPCIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL EN UNA MICRO EMPRESA COMERCIAL

Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz<sup>1</sup>, Alumna Paulina Hernández Hernández<sup>2</sup> e  
Itzel Martínez Lagunas,<sup>3</sup>

**Resumen**— En la presente investigación se realizó un análisis de los requisitos exigidos por agrupaciones identificadas con la Responsabilidad Social Empresarial y encargadas de reconocer a las empresas como Socialmente Responsables ESR); para compartir con otras micro empresas interesadas en la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) este proceso y facilitarles, el que les sea otorgado el reconocimiento mencionado.

Para caracterizar estos requisitos, como sustento teórico, se analizaron diversos autores relacionados con el tema, para identificar las prácticas de RSE recomendadas, por la agrupación encargada de otorgar el reconocimiento RSE. Con el apoyo de una metodología cualitativa aplicada a un caso de estudio. Los resultados muestran cómo la microempresa puede obtener el reconocimiento de ESR, con lo cual además de apoyar a su entorno social, el cuidado de los recursos naturales y en general el medio ambiente independiente de su tamaño y giro económico, obtendrán una ventaja ante los ojos de sus clientes.

**Palabras clave**— Responsabilidad Social empresarial, Requisitos para tener el reconocimiento como Empresa Socialmente responsable

## Introducción

El distintivo Empresa Socialmente Responsable (ESR) lo otorga anualmente el Centro Mexicano para Filantropía (CEMEFI) y AliaRSE para hacer público el compromiso que adquieren las empresas en temas de responsabilidad social.

Para obtener el mencionado distintivo, las empresas deben cumplir una serie de requisitos. En México, alrededor de 774, han descubierto los beneficios de ser socialmente responsables a través de la obtención del Distintivo ESR y obviamente de su administración. Cabe señalar que dicho distintivo puede ser alcanzado por PyMES, empresas y corporativos (distintivoesr.com, 2015). Al alcanzar el distintivo de ESR la empresa se compromete a implementar un proceso de mejora continua que permee en la sociedad y el medio ambiente, eliminando los aspectos negativos y destacando los positivos como los valores éticos y el respeto a la comunidad, entre otros. En México según datos del Centro Mexicano de Filantropía (CEMEFI) 2015, Puebla ocupa el lugar 10 junto con Queretaro en la lista de estados con empresas SR.

Por lo que el objetivo del trabajo es identificar los requisitos que deben cumplir las empresas para ser consideradas como empresas socialmente responsables. Para lograr el objetivo mencionado, el trabajo se estructura de la siguiente forma; revisión de literatura, para construir un marco teórico en el que se aborda; Responsabilidad Social Empresarial y requisitos marcados por el CEMEFI y MIPYME, considerando aspectos generales.

La metodología está enfocada a un estudio de caso, en donde se describen, diferentes aspectos de la empresa como sus orígenes, estructura de operación producción, mercado y resultado del análisis del caso de estudio finalizando con las conclusiones y bibliografía.

## Descripción del Método

Metodológicamente el trabajo se realiza con un enfoque cualitativo partiendo de la revisión de literatura que permitió enmarcar teóricamente el trabajo, para dar paso a la investigación de campo, con entrevistas a profundidad y observación in situ. Para tener información primaria que permitiera apoyar los supuestos. Considerando la variable requisitos para la distinción de ESR. Para asumir una visión diferente respecto a la forma como ha sido abordado el tema de la RSE y este trabajo enfocarlo a la microempresa.

### **Responsabilidad Social Empresarial**

El concepto de responsabilidad social ha venido forjándose poco a poco durante la segunda mitad del siglo XX Según Vallaey (2014), principalmente en torno a los efectos colaterales de las empresas sobre la sociedad. Holt y Wigginton (2002, p. 120) definen la responsabilidad social corporativa como “la obligación de una organización a conducir sus negocios de forma que pueda salvaguardar el bienestar de la sociedad mientras persigue sus propios intereses”. El Libro Verde de la Unión Europea define la responsabilidad social como: la integración voluntaria, por

<sup>1</sup> Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz es Profesora en la facultad de Contaduría Pública de Contaduría en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [monseveram@hotmail.com](mailto:monseveram@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Alumna Paulina Hernández Hernández es Estudiante en la facultad de Contaduría Pública de Contaduría en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [paulinahernandezh31@gmail.com](mailto:paulinahernandezh31@gmail.com)

<sup>3</sup> La Alumna Itzel Martínez Lagunas es Estudiante en la facultad de Contaduría Pública de Contaduría en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [itzelmartinezlagunas@gmail.com](mailto:itzelmartinezlagunas@gmail.com)

parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores”. (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001, p. 7). Recientemente se señala a la luz de la Norma ISO 26000, que la responsabilidad social, es responsabilidad de cada organización por los impactos sociales y ambientales que genera. Ahora habría que puntualizar lo que implica ser responsable, no sólo de sus actos y sus consecuencias directas, sino también de sus impactos en el campo social total, que incluye hasta el planeta entero, sus condiciones de habitabilidad humana y la vida digna de las generaciones futuras (Vallaey, 2014).

Para el Cemefi, la Responsabilidad Social Empresarial comprende cuatro líneas estratégicas:

- La ética y gobernabilidad empresarial, que se refiere a los principios de respeto a la dignidad humana, el desempeño ético en los negocios y la prevención de negocios ilícitos.
- La calidad de vida en la empresa, que observa la dimensión social del trabajo, es decir, la calidad de vida de la comunidad interna y el empleo digno.
- La vinculación y el compromiso con la comunidad y su desarrollo, que busca su participación como ciudadano corporativo con las comunidades en las que se encuentra inmerso.
- El cuidado y preservación del medio ambiente, que promueve el respeto al entorno, los recursos y el medio ambiente, en favor de las generaciones futuras. Figura 1

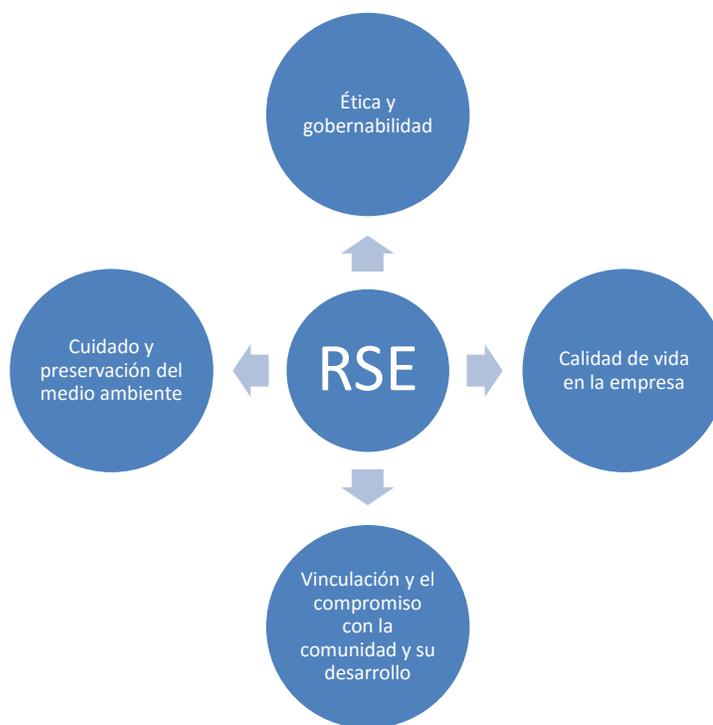


Figura 1 Integración de la RSE según el CEMEFI

#### ***Centro Mexicano para la Filantropía***

En diciembre de 1988, se funda el “Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI)”, como una organización privada sin fines de lucro, sin inclinaciones religiosas, sin alguna afiliación a un partido, es decir libre de cualquier “interés” adicional que pudiera afectar su toma de decisiones. En 1992, creó el programa de Filantropía Empresarial con únicamente 6 empresas que fungían como participantes y en 1997 introdujo el programa de Responsabilidad Social Empresarial. Es hasta el año 2000, cuando lanza la convocatoria para reconocer las mejores prácticas de Responsabilidad Social Empresarial.

El Cemefi promueve que las empresas realicen sus operaciones de una forma sustentable, no solamente en el terreno económico, sino también en el social y ambiental, considerando los intereses de los distintos stakeholders con los que se relaciona, y buscando la sustentabilidad de las generaciones futuras.

El proceso para obtener la acreditación que otorga el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) y la Alianza por la Responsabilidad Social Empresarial en México (AliaRSE), como Empresa Socialmente Responsable (ESR®) se integra de los siguientes puntos:



Cemefi enviará a la organización una Constancia de Acreditación, señalando el nivel de Institucionalidad y Transparencia que la organización ha alcanzado, con base en los indicadores que ha cumplido:

En algunos casos (si aplica), se incluye también el diagnóstico sobre publicidad y consumo responsable.

De acuerdo al resultado de cumplimiento de indicadores se pueden alcanzar por las empresas los siguientes niveles:

**Nivel Básico:** Si cubre los cinco primeros indicadores.

**Nivel Medio:** Si cubre entre seis y ocho indicadores, incluidos entre éstos los cinco primeros.

**Nivel Óptimo:** Si cubre de nueve a diez indicadores, incluidos los cinco primeros.

En caso de alcanzar el Nivel Óptimo:

a) El Cemefi enviará a la organización, además de la Constancia de Acreditación, el logotipo Distintivo de Institucionalidad y Transparencia y el manual de uso del mismo. A partir del momento de su recepción, la organización podrá ostentar el distintivo en su papelería institucional, página web, recibos deducibles de impuestos, y demás instrumentos de identidad institucional.

b) En una ceremonia pública, el Cemefi, -en conjunto con su representante local, cuando así sea el caso- hará entrega de las Constancias de Acreditación de Nivel Óptimo de Institucionalidad y Transparencia a las organizaciones que hayan alcanzado este nivel ([www.cemefi.org.mx](http://www.cemefi.org.mx)).

Finalmente mencionamos que en la convocatoria para el acreditamiento 2016 se invita a las empresas legalmente constituidas, lucrativas o no lucrativas de cualquier tamaño que operen en México, bajo las siguientes categorías.

Empresa grande.

Empresa micro, pequeñas y medianas. que participan de forma independiente.

Cadena de valor. Proveedores o subcontratistas (MiPyME) invitados por una ESR grande.

Empresa en Modalidad Regional. Empresas extranjeras con operación regional en varios países de América Latina.

Empresa Ejemplar de América Latina. Reconocimiento especial otorgado a empresas latinoamericanas por su destacada gestión y liderazgo socialmente responsable en sus países de origen.

El tamaño de la empresa se define en función del número de empleados y sector. Tabla 1

Sector	Tamaño por número de empleados			
	Micro	Pequeña	Grande	Grande
Agropecuario	2-10	11-25	26-100 >100	>100
Mínero y extractivo	2-10	11-50	51-250	>250
Industria manufacturera	2-10	11-50	51-250	>250
Construcción	2-10	11-50	51-250	>250
Comercio	2-10	11-30	31-100	>100
Transporte y comunicaciones	2-10	11-50	51-100	>100
Servicios	2-10	11-50	51-100	>100

Tabla 1 clasificación de empresas según CEMEFI, 2016

Con tarifas desde \$2,500.00 hasta \$ 165,000.00.

Ventajas competitivas que ofrece el Distintivo ESR®

El Distintivo ESR® es una herramienta eficaz diseñada para apoyar a las empresas, y de la cual, sus usuarios destacan los siguientes beneficios:

- Comercial. Aumenta las ventas al diferenciar sus productos y servicios de la competencia, anticipa las tendencias y facilita el acceso a mercados globales.
- Laboral. Facilita el reclutamiento de personal de primer nivel y la retención de talentos, genera relaciones de largo plazo con el personal y alinea las expectativas individuales con los objetivos de las empresas.
- Legal. Mejora el entendimiento de requerimientos legales y exigencias de reguladores y reduce la presión de agencias fiscalizadoras.
- Financiero. Incrementa la confianza de accionistas, mejora la percepción de riesgo, facilita acceso a financiamiento, facilita la obtención de socios estratégicos y la atracción de inversiones.
- Reputación. Mejora la imagen pública frente a sus grupos de interés y aumenta la fidelidad de los clientes.

#### **Estudio de caso**

La empresa inicia en 2008 cuando le detectaron al, hijo mayor de la actual presidenta un problema de salud grave. El diagnóstico de los médicos fue poco alentador ya que el problema era severo y había posibilidades de quedar en coma o morir. Después de su estancia en el Hospital, se decidió llevarlo a su casa y darle las atenciones que necesitaba. Hasta que cuatro meses después el joven se incorporó a su vida cotidiana incluyendo la escolar. Manifestándose en esta etapa de su vida las secuelas de la discapacidad intelectual leve que ahora tiene.

Derivado de lo anterior fue presa de bullying escolar por parte de sus compañeros y la falta de atención por parte de sus profesores. Por esta situación, se inició la búsqueda de Instituciones Especializadas en Educación Especial en

Puebla, las cuales tenían muchas deficiencias como falta de profesionalismo y a un alto costo. Por lo anterior, junto con otras personas se dieron a la tarea de formar una asociación profesional dedicada rehabilitar neurológicamente a personas con discapacidad intelectual, mediante la impartición de talleres individuales, familiares y de grupo, para transformar sus vidas creando un mejor futuro. Esta Asociación está dirigida a niños y jóvenes con discapacidades intelectuales (LIMITROFE). Sin embargo, no se limita a este tipo de discapacidad, pudiendo atenderse a niños y jóvenes que tengan alguna otra. "Las limitantes que ellos tienen, son creadas por nosotros mismos." Angélica Thalía Attar C.

Los objetivos principales de la empresa son:

Desarrollar y fortalecer las habilidades de nuestros alumnos para mejorar su calidad de vida.

Ofrecer actividades de acuerdo a sus necesidades, permitiéndoles ser productivos, autosuficientes e integrarse a la sociedad.

Estar al cuidado de nuestros alumnos con el fin de satisfacer sus necesidades sociales, académicas y de salud.

Brindar a los padres información y herramientas que les ayuden a la formación y desarrollo de su hijo.

Valores. Amor, respeto, tolerancia paciencia y responsabilidad.

Misión: Mejorar la calidad de vida de niños y jóvenes con discapacidad intelectual, a través de una educación especial acorde a sus necesidades, que les permita integrarse familiar y socialmente.

Visión. Ser la mejor institución en rehabilitación neurológica de México que apoye a niños y jóvenes con discapacidad intelectual.

Compromiso social:

A. Enseñarles a las personas con discapacidad intelectual a valerse por sí mismos.

B. Ser autosuficientes, responsables y seguros de sí mismos.

C. Lograr que sus vidas sean más felices y junto a ella su plena integración social así como laboral.

Servicios que oferta: prescolar a partir de los 4 años, estimulación temprana talleres para padres terapia física ocupacional y de lenguaje terapia psicológica a alumnos y familiares y 17 talleres.

Atiende a 25 alumnos proporcionándoles 2500 terapias mensuales.

Administrativamente cuenta con un Consejo directivo integrado por 5 personas: fundadora presidenta, secretario, tesorero y dos vocales.

Le prestan servicio

7 colaboradores.

La empresa comparte el espacio de una galería que comercializa arte y como parte de sus actividades se apoya a la fundación ([http://quieroaprenderporunavidadigna.com/?page\\_id=22](http://quieroaprenderporunavidadigna.com/?page_id=22)).

### **Comentarios Finales**

#### **Resumen de resultados**

En este trabajo investigativo se estudió la factibilidad de cumplir con los requisitos exigidos por el CEMEFI para otorgar la acreditación como Empresa Socialmente Responsable (ESR®), por parte de las microempresas y nos percatamos que si se pueden cumplir respecto a los pasos que se señalan en el proceso, pero para recibir el resultado del diagnóstico por ejemplo hay que hacer un pago y así al ir avanzado en las diferentes etapas requeridas. En el caso de estudio de la microempresa presentada se requiere dinero y es una fundación que se alimenta de donaciones principalmente, razón por la cual no tiene cantidades disponibles para obtener la acreditación. Por la razón anterior sería complicado obtener la acreditación por falta de dinero. Independientemente de que es notoria la actividad empresarial de esta asociación favor de la RSE.

#### **Conclusiones**

Los resultados demuestran la actualidad del tema Empresa Socialmente Responsable (ESR®), así como la evolución del concepto de Responsabilidad Social, los beneficios que la acreditación otorgada por el CEMEFI puede traer a las empresas, pero también el costo de la acreditación, para las micro empresas puede tornarse alto para algunas de ellas lo que las alejaría de interesarse por la acreditación como Empresa Socialmente Responsable (ESR®), sin embargo pueden independientemente de no contar la acreditación realizar actividades a favor de la RSE como la empresa que se presenta en el estudio de caso.

#### **Referencias**

Comisión de las Comunidades Europeas. (2001). Libro verde, Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas. Recuperado de: [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2001/com2001\\_0366es01.pdf](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/es/com/2001/com2001_0366es01.pdf). 10.08.2012 28 de enero 2016.

[http://quieroaprenderporunavidadigna.com/?page\\_id=22](http://quieroaprenderporunavidadigna.com/?page_id=22) recuperado 15 de febrero 2015.

Holt, D. y Wigginton, K. (2002) International Management. Estados Unidos: Thompson

Vallaes, F. (2014). La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización en Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES), Vol. 5(12) recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200728722014000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200728722014000100006&script=sci_arttext) 8 de febrero 2016.

www. distintivosr.com, 2015 recuperado el 26 de febrero 2016.

### Notas Biográficas

La **Dra. Antonieta Monserrat Vera Muñoz**. Es profesora investigadora en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Terminó sus estudios de postgrado en Dirección de Organizaciones en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Ha publicado artículos en las revistas RIAF, RGN, HUNAB KU y otras. Su libro “Contabilidad Ambiental en las PYME es una obra innovadora en el campo de la Contaduría Pública.

La **estudiante Paulina Hernández Hernández** es estudiante de la Licenciatura en Contaduría Pública en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Ha participado como ponente en congresos internos de la Facultad.

La **estudiante Itzel Martínez** es estudiante de la Licenciatura en Contaduría Pública en la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Ha participado como auxiliar de investigación en congresos Internacionales.

## Perfiles vocacionales de estudiantes de psicología

Judith Verdugo González<sup>1</sup>, Johana Sánchez Hernández<sup>2</sup>

**Resumen**—*La orientación vocacional, a lo largo del tiempo ha cambiado. De acuerdo a Holland, se debe explicar la conducta vocacional y sugerir algunas ideas prácticas que les ayuden a los jóvenes, personas de edad madura y de edad avanzada a elegir trabajos, cambiar de ocupación y a lograr satisfacciones profesionales. Se aplicó el inventario de intereses de Holland a 150 estudiantes de la Licenciatura, con la finalidad de detectar si los factores de permanencia en la carrera de Psicología, están asociados a sus intereses y a los tipos de personalidad descritos por el autor. Los inventarios fueron autoaplicados y corregidos por los participantes, bajo la supervisión de 2 monitores. Contrario a lo solicitado en el perfil de ingreso a la Licenciatura, en la mayor parte de los evaluados, la personalidad y los intereses no corresponden. Surge la necesidad de dar una orientación profesiográfica adecuada en el nivel bachillerato*

**Palabras clave**— orientación vocacional, personalidad, psicología preferencias vocacionales.

### Introducción

González (2004), en D’Orazio, 2011, menciona que “La palabra vocación deriva de la latina *vocatio*, que significa llamado. Ello implica que cada individuo está llamado a desarrollarse plenamente como persona y a buscar todo aquello que le permita crecer como tal. La vocación no se descubre, se va construyendo a través de la experiencia social y formativa. La vocación es el cumplimiento de una misión que se torna real a través de las actividades del trabajo, llevando al sujeto a su plena realización, de allí que vocación y trabajo sean términos inseparables.”

Holland, (1978) pensaba que la elección de una ocupación representaba un acto expresivo que reflejaba la motivación, el conocimiento, la personalidad y la capacidad de la persona, atribuyendo que las ocupaciones constituyen un estilo de vida, es decir, un ambiente y no un conjunto de funciones o destrezas de trabajo. Sin embargo, unos años más tarde bajo la propuesta de Galilea (2001), se hace alusión que la orientación vocacional es un proceso, el cual tiene como objetivo despertar intereses vocacionales, ajustándolos a la competencia laboral del sujeto y a las necesidades del mercado de trabajo.

Para Súper (1963), la secuencia de etapas de vida vocacionales, pasa por distintas etapas, que van desde la primera infancia, hasta la edad adulta; una de estas, es la etapa de exploración (de 15 a 24 años), cuya característica principal es el auto-examen, prueba de los roles e investigación profesional en la escuela, actividades de ocio, y trabajo a tiempo parcial. Esta etapa, la divide en subetapas, de los 18 a 21 años, el joven se encuentra en transición, cobrando importancia los factores de la realidad conforme entra en el mundo del trabajo, formación, o educación, e intenta implantar un concepto de sí mismo.

El objeto principal de la teoría de Holland es explicar la conducta vocacional y sugerir algunas ideas prácticas que les ayuden a los jóvenes, a las personas de edad madura y a las de edad avanzada a elegir trabajos, a cambiar de ocupación y a lograr satisfacciones profesionales. En menor grado, la teoría también se ocupa de la capacidad personal, de la conducta educativa y de la conducta social. La inclusión de estas ramas es el resultado natural del desarrollo de la teoría, por cuanto que ha adquirido mayor claridad de exposición y pruebas adicionales que permiten ampliar campo de su aplicación.

“Existen seis tipos de ambientes: realista, intelectual, social, convencional, emprendedor y artístico. Un tipo de personalidad determinado domina cada ambiente, y éste queda tipificado por situaciones físicas que plantean problemas y tensiones especiales (Holland, 1971). El tipo realista, es masculino, físicamente fuerte, poco sociable, agresivo; tiene buena coordinación motora y es hábil; carece de capacidad verbal e interpersonal; prefiere los problemas concretos a los abstractos; se ve a sí mismo como agresivo y varonil, con valores políticos y económicos convencionales. El Intelectual, se concentra en su trabajo es introvertido y poco sociales; prefiere meditar los problemas a resolverlos activamente; necesita comprender, las cosas; le gustan las tareas ambiguas, posee valores y aptitudes poco convencionales, es anal en vez de oral. El social, es sociable, responsable, sensible, humanista, religiosos; necesita llamar la atención; posee capacidad verbal e interpersonal; evita resolver problemas intelectualmente, la actividad física y las demasiado ordenadas; prefiere resolver los problemas mediante los sentimientos y la medición personal de los demás; es oralmente dependiente. Sus preferencias vocacionales incluyen: inspector escolar, psicólogo clínico, director de organizaciones de bienestar social, misionero religioso, maestro de escuelas superiores, experto en la delincuencia juvenil, consejero matrimonial o personal, profesor de educación física, director de centros de enfrentamiento, psiquiatra, profesor de ciencias sociales, otólogo, consejero vocacional. El convencional prefiere actividades organizadas verbales y nominativas, y puestos subordinados; es adaptable

<sup>1</sup> Judith Verdugo González. Profesor de la Facultad de Psicología, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana. [judas\\_1028@yahoo.com.mx](mailto:judas_1028@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Johana Sánchez Hernández. Estudiante de la Facultad de Psicología, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana

(extrovertido): evita las situaciones ambiguas y los problemas que implican relaciones interpersonales y capacidad física, es eficiente en tareas bien organizadas; se identifica con el poder; valora los bienes materiales y la posición social. El emprendedor tiene capacidad verbal para vender, dominar y acaudillar, se ve a sí mismo como un líder fuerte y masculino; evita el lenguaje concreto y las situaciones laborales que exijan largos periodos de esfuerzo intelectual; es extrovertido. El artístico es insociable; evita los problemas sumamente complicados o que exigen gran capacidad física; es introvertido y poco sociable, menos egocéntrico y más sensible.

Gutiérrez, Granados, Landeros (2011) realizaron un estudio para investigar los indicadores de trayectoria escolar de 870 alumnos de la Facultad de Psicología-Xalapa de la Universidad Veracruzana inscritos en el Modelo Educativo Integral y Flexible de la generación 1999 a la 2004. Los indicadores considerados fueron el porcentaje de alumnos que ingresaron, egresaron, desertaron o se encontraban en rezago escolar, así como la aprobación, reprobación y el haber perdido el derecho a evaluación durante un semestre ordinario. Las pruebas de regresión lineal para series de tiempo y el análisis de varianza indicaron que el egreso y la aprobación de los estudiantes habían disminuido significativamente a lo largo de seis generaciones.

## Descripción del Método

### *Diseño*

Se llevó a cabo un estudio exploratorio descriptivo, con una muestra elegida por conveniencia, con un margen de error 5, nivel de confianza 90 y una heterogeneidad de 76; las características de esta muestra son de acuerdo a las características de la población de la Facultad donde se realizó el estudio.

Antes de comenzar la aplicación del inventario, se realizó una pequeña introducción diciendo que eran los gustos, que eran las preferencias, haciendo distinción entre lo que a la persona le gusta hacer, para qué es hábil y para qué es hábil y además le gusta hacerlo. Posteriormente se repartieron los inventarios, se les comentó a los participantes que las dudas que tuvieran, podrían ser contestadas. Posteriormente, cada participante revisó su inventario. Al finalizar la aplicación se presentaron los datos grupales a los participantes.

### *Participantes*

150 estudiantes de la carrera de Psicología en la Universidad Veracruzana, región Jalapa, con edad promedio de 22 años, que cursaban el segundo, cuarto o sexto semestre, debido a que los grupos son heterogéneos por causa del modelo educativo.

### *Instrumento*

Se aplicó el inventario de preferencias vocacionales de Holland, este se compone de dos partes, la primera que mide el autoconocimiento y la segunda las preferencias vocacionales, esta última es integrada por los siguientes apartados: actividades, habilidades, ocupaciones y un formato de autoevaluación de habilidades. Ambas partes que componen el inventario describen cada una de las dimensiones planteadas por el autor: realista, intelectual, social, convencional, emprendedor y artístico. De acuerdo a Martínez y Valls (2006), en el instrumento original de Holland, 68 items, requerirían ser revisados, por cuestiones semánticas, sin embargo, la prueba, sigue teniendo validez de constructo, razón por la cual fue utilizada para esta investigación.

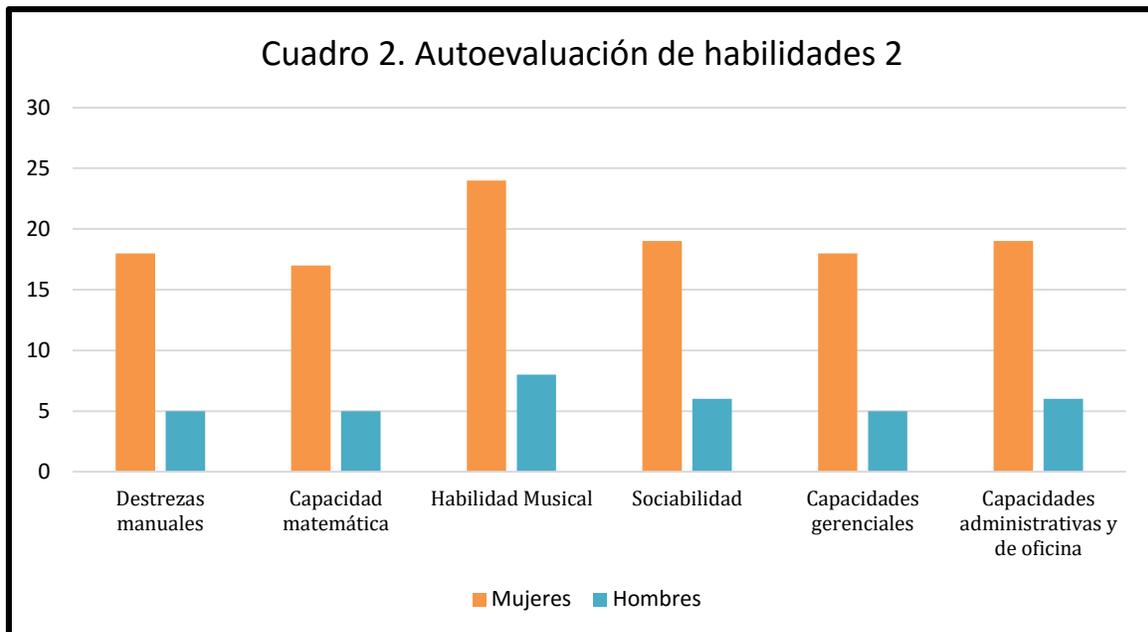
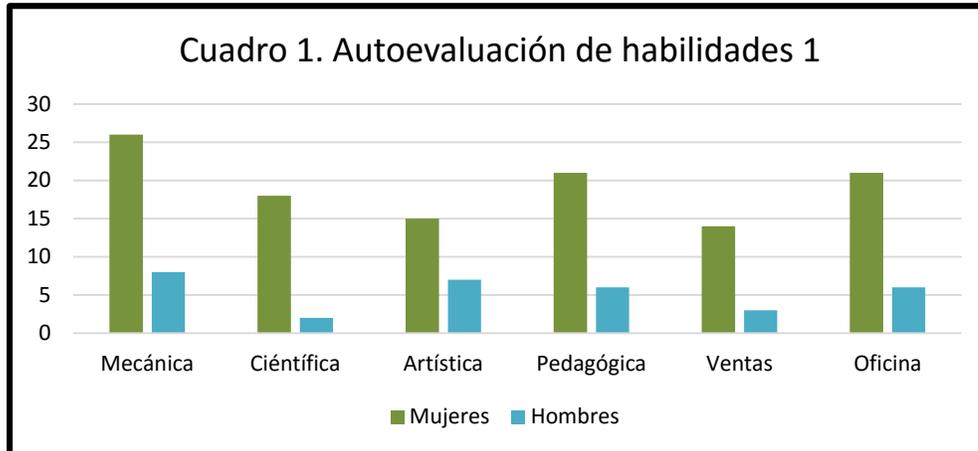
### *Resultados*

El perfil de egreso de la facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana, menciona, entre otras, las siguientes características: ser capaz de desarrollar estrategias de prevención, planeación, investigación e intervención. Poseer un alto sentido de responsabilidad social. Ser capaz de investigar, evaluar, diagnosticar e intervenir. Ser capaz de diseñar estrategias de intervención dirigida a favorecer la promoción de una mejor calidad de vida. Ser capaz de expresar ideas y juicios pertinentes, tanto oral como escritas que favorezcan su comunicación. Ser capaz de participar en equipos de trabajo multi e interdisciplinario.

De acuerdo a los tipos descritos en la teoría de Holland, los que empatarían con la descripción anterior serían: El social, por ser sociable, responsable, sensible, humanista, religioso; necesitado de llamar la atención; con capacidad verbal e interpersonal. El convencional, por preferir actividades organizadas verbales y nominativas; ser adaptable (extrovertido). De acuerdo a las características mencionadas por el mismo autor y al perfil esperado de egreso, el estudiante de psicología, debiera contar con habilidades como la sociabilidad, la matemática y la administrativa.

Cabe mencionar, como parte de los resultados, que el 20% de los estudiantes que contestaron el inventario, requirieron ayuda para realizar la autoevaluación, pues decían no entender la instrucción. Destacando, además, que 30 % de los estudiantes, preguntaron el significado de conceptos como: suspicaz, hedonista, concienzudo, huraño, pulcritud. El tiempo promedio para contestar el inventario fue de 50 minutos a 90 minutos.

A continuación se presentan dos tablas de resultados, que indican las habilidades de los participantes en el estudio. En el cuadro 1 se presenta la primera autoevaluación de habilidades y en el cuadro 2, la segunda autoevaluación, debemos recordar que estas características son las correspondientes a los tipos descritos por Holland



#### Discusión de los resultados

El estudiante de psicología, a decir de los documentos oficiales debe de poseer capacidad de razonamiento abstracto, análisis, deducción y síntesis en el manejo de información, así como poseer fluidez verbal y facilidad para comunicarse en diferentes niveles. Es significativo en primer momento que un porcentaje significativo, pregunten sobre definiciones de conceptos de uso común como son: suspicaz, hedonista, concienzudo, hurano, pulcritud.

De acuerdo al cuadro 1, las principales habilidades que los estudiantes presentan son: la mecánica, la pedagógica y la de oficina, sin embargo, de acuerdo a los tipos descritos por Holland, los intereses deberían de ser en orden de importancia, el pedagógico, científico, oficina, mecánico y artístico.

De acuerdo al cuadro 2, la habilidad musical es la más alta y todas las demás no presentan diferencias significativas. De acuerdo a los tipos de Holland y el perfil de ingreso y egreso de la licenciatura en psicología, la sociabilidad, las destrezas manuales, la capacidad matemática y administrativa, deberían ser significativamente diferentes.

De acuerdo al Informe de Estadística Institucional, de la Universidad Veracruzana, 2014-2015, la Facultad de Psicología, la matrícula era de 829 estudiantes, de los cuales, se titularon 137, destaca que no se encontraron datos confiables en los cuales se pueda saber la cantidad de alumnos que dejan la carrera. Tan sólo en primer semestre del periodo agosto 15 – enero 16, aproximadamente 20% de los que ingresaron se dieron de baja definitiva o simplemente abandonaron el estudio.

Según Gutiérrez, Granados, Landeros (2011), en el análisis de los indicadores de trayectoria escolar de los estudiantes de psicología, de los 870 alumnos que ingresaron a la carrera entre 1999 y 2004, 60% egresó y 11% obtuvo baja definitiva; de acuerdo a las autoras, serían relevantes estos datos, puesto que indicarían que casi un cuarto del total de los que ingresaron, no terminaron.

La eficiencia terminal se ha visto incrementada en los años posteriores, sin embargo se debe puntualizar que si los intereses y habilidades de los estudiantes, no corresponden a los perfiles esperados por la licenciatura, la probabilidad de que los estudiantes abandonen los estudios, se incrementa

### *Conclusiones*

Se deben de elaborar bases de datos confiables y de acceso público que indiquen los grados de eficiencia terminal de la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana.

Así como algunas licenciaturas, además de realizar el examen general de ingreso, realizan una evaluación de la personalidad del que ingresará. Se propone incluir un sistema de evaluación de rasgos de personalidad y habilidades de los que ingresarán a la carrera de psicología, con el fin de evitar la deserción escolar y posibilitar un mejor desarrollo personal.

En nivel bachillerato, se debe de propiciar la adecuada elección vocacional a través de profesionistas preparados adecuadamente.

Ramírez M. (2001) en su tesis de grado, menciona que el inventario requiere estar sujeto a trabajos de actualización y eliminación de carreras u oficios que con el tiempo van cayendo en desuso. Valdría la pena realizar un instrumento estandarizado que mida los intereses vocacionales de población mexicana, o estandarizar versiones anteriores con validez de constructo y contenido, adecuando su semántica.

### *Referencias bibliográficas.*

D'Orazio, A., D'Anello, S., Escalante, G. Benítez, A., Barreat, Y., Esqueda, L. (2011) Síndrome de Indiferencia Vocacional: medición y análisis. *Educere*, 15-51, 429-438. Recuperado el 26 de septiembre de 2012, de: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=35621559013>

Gutiérrez A., Granados D., Landeros G. Indicadores de la trayectoria escolar de los alumnos de psicología de la Universidad Veracruzana. *Actualidades investigativas en educación* [en línea]. 15 de diciembre de 2011, volumen 11, Número 3. [fecha de consulta: 3 abril 2016]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/447/44722178009/>

Holland, J. (1978) *La elección vocacional. Teoría de las carreras*. México: Trillas.

Holland, J. (1971) *Técnica de la orientación vocacional. Tipos de personalidad*. México: Trillas.

Información Estadística Institucional: Sistemas de consulta dinámicas. Disponible en: <http://dsia.uv.mx/sicdi/Alumnos.aspx>

Martínez V. & Valls F. la elección vocacional y la planificación de carrera, adaptación española del self-directed search (SDS-R) de Holland. *Psicothema* [en línea]. 2006, volumen 18, número 001. [fecha de consulta: 3 abril 2016]. Disponible en: [www.psicothema.com](http://www.psicothema.com)

Ramírez M. Actualización y adaptación de un instrumento de intereses vocacionales para estudiantes de último semestre de nivel medio superior. Tesis (maestría en psicología laboral). Universidad Autónoma de Nuevo León. 2001.

## **Comentarios Finales**

### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudiaron las características vocacionales de los estudiantes de segundo, cuarto y sexto semestre de la licenciatura en psicología de la Universidad Veracruzana, región Xalapa; de acuerdo a los tipos descritos por Holland (1971) Los resultados de la investigación incluyeron el análisis de las principales elecciones realizadas por los alumnos y su correspondencia con los perfiles propuestos por la entidad antes mencionada. Existen diferencias significativas entre lo que se espera de un estudiante de psicología y lo que en realidad este percibe de sí mismo. La teoría de Holland y el instrumento propuesto por este, da un panorama más aproximado a la realidad que viven los estudiantes actualmente.

### *Conclusiones*

Los resultados demuestran la necesidad de contar con nuevas formas de evaluación de los estudiantes que pretenden ingresar a la carrera, así mismo. Una supervisión que vaya más allá del requisito de las tutorías académicas con las que actualmente se cuenta. Es indispensable que los maestros tomen conciencia de su papel como formadores para que los estudiantes aclaren la finalidad del estar estudiando una profesión determinada.

#### *Recomendaciones*

Se pretende realizar una adecuación al cuestionario de Intereses vocacionales de Holland, así mismo la creación de un instrumento adecuado a la realidad del México actual para medir intereses y preferencias vocacionales.

Ya que, el objeto principal de la teoría de Holland es explicar la conducta vocacional y sugerir algunas ideas prácticas que ayuden a elegir trabajos, a cambiar de ocupación y a lograr satisfacciones profesionales, sería importante, que el orientador vocacional conozca las distintas profesiones u ocupaciones que existen en cada comunidad.

Valdría la pena plantear la urgencia de la modificación del plan de estudios, ya que este, no ha tenido modificaciones significativas y funciona desde el año 1999. Esta revisión, permitiría incluir un sistema de apoyo al estudiante para su permanencia en la carrera.

Las demandas y las acciones deben de ir a todos los niveles de la institución, a nivel administrativo, para gestionar la modificación del mapa curricular, a nivel académico, para concientizar sobre la importancia de la labor docente, a nivel alumnado para crear conciencia de la labor como futuros profesionistas de la psicología.

## Valores y literatura

M. en E. Isabel Vergara Ibarra<sup>1</sup>, profesora del **Instituto Politécnico Nacional** adscrita al CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz”

M. en E. Carmen Pérez Blanquet<sup>2</sup>, profesora del **Instituto Politécnico Nacional** con adscripción al CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz”

M. en C. Antonio Barberena Maldonado<sup>3</sup>, profesor del **Instituto Politécnico Nacional** adscrito al CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz”

**Resumen:** La presente ponencia deriva del proyecto de investigación titulado “Diseño de estrategias para desarrollar valores a través de la literatura en los alumnos del CECyT 3 del Instituto Politécnico Nacional”, con registro número 20161456 en la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional. Se presenta el avance con los resultados de una indagación realizada entre los estudiantes del segundo semestre (turno matutino) en cuanto a su actitud ante algunos valores. La investigación se realizó como base para proponer estrategias que coadyuven al desarrollo de valores.

El proyecto se fundamenta en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 el cual señala entre sus metas el lograr un país con educación de calidad, dice que "La educación debe impulsar las competencias y las habilidades integrales de cada persona, al tiempo que inculque los valores por los cuales se defiende la dignidad personal y la de los otros". Así también en el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 que incluye entre sus estrategias el orientar y asegurar la calidad de los aprendizajes para fortalecer la formación integral en la educación media superior, y en el Modelo Educativo del Instituto Politécnico Nacional que persigue una formación integral de sus educandos.

### Introducción

Para iniciar la presentación, expreso mi agradecimiento al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo brindado para la realización del Proyecto de Investigación del cual deriva esta ponencia, así como para mi asistencia a este Congreso. Gracias, también, por el privilegio concedido al permitirme colaborar en la educación de los jóvenes politécnicos.

Esta ponencia deriva del proyecto de investigación titulado “Diseño de estrategias para desarrollar valores a través de la literatura en los alumnos del CECyT 3 del Instituto Politécnico Nacional”, con registro número 20161456 en la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional.

El proyecto se fundamenta en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 el cual señala entre sus metas el lograr un país con educación de calidad. Este documento menciona que se deben impulsar las competencias y las habilidades integrales de cada persona, al tiempo que se inculquen los valores por los cuales se defiende la dignidad personal y la de los otros. Así también, encuentra bases en el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 que incluye entre sus estrategias el orientar y asegurar la calidad de los aprendizajes para fortalecer la formación integral en la educación media superior, y por último se considera al Modelo Educativo del Instituto Politécnico Nacional, el cual persigue una formación integral de sus educandos.

El proyecto busca diseñar estrategias que colaboren en el desarrollo de valores, entre los adolescentes, mediante la reflexión y análisis que de textos literarios seleccionados se realicen en el aula durante las clases de Expresión oral y escrita II, cuyo programa de estudios incluye esos materiales. La poesía, la narrativa y el teatro pueden brindar obras idóneas para tal fin.

Este trabajo presenta sólo un avance del proyecto, el cual consiste en los resultados de una investigación realizada a una muestra de alumnos del segundo semestre del turno matutino del Centro de Estudios Científicos y

<sup>1</sup> La M. en E. Isabel Vergara Ibarra es Profesora de Expresión Oral y Escrita en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, estado de México.

<sup>2</sup> La M. en E. Carmen Pérez Blanquet es Profesora de Expresión Oral y Escrita en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, estado de México.

<sup>3</sup> El M. en C. Antonio Barberena Maldonado, es profesor de la academia de Inglés en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, estado de México.

Tecnológicos No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, durante el ciclo escolar 2015-2016 “B”.

A una muestra de 100 alumnos se le aplicó un instrumento de 14 ítems con alternativas de respuesta de tipo likert, con cinco posibilidades, a efecto de detectar actitudes frente a los valores morales en general, y en particular a honestidad, tolerancia, respeto, tolerancia y amistad

### Desarrollo

Se entienden los valores como los principios que rigen los comportamientos humanos y dirigen las aspiraciones de los individuos, o incluso de las sociedades, en pro de su perfeccionamiento o realización. Son las pautas que marcan los comportamientos humanos, y/o sociales, orientándolos hacia conductas que presumen la mejora en el desarrollo de la persona o de una colectividad <sup>4</sup>

Los valores son importantes y necesarios porque en ellos se cimienta la identidad humana y sirven de guía para la convivencia y armonía social

Por tradición, la cuna de los valores morales se encuentra en la familia, institución que ha sido depositaria de ellos y la que ha tenido la delicada encomienda de su transmisión. No obstante la adjudicación, se observa con frecuencia en la actualidad un descuido en tan grande compromiso. Por otro lado esta labor se ve afectada por el entorno, el cual participa en ocasiones en forma negativa en tal proceso. Se escucha hablar, en diferentes momentos y sectores, de una carencia de valores en la sociedad, a ello se atribuyen infinidad de conductas nocivas para el individuo y la comunidad, a pesar de esto poco se realiza para su modificación.

Si bien la familia tiene un papel fundamental en la transmisión de valores, la escuela también debe asumir responsabilidad al respecto, aprovechar la oportunidad que por su propia naturaleza tiene en cuanto a enseñar, para colaborar de manera importante en su desarrollo. La escuela está obligada a ejercer su función de formadora en sus educandos y no quedarse en el plano de la instrucción.

A partir del deber que como centro educativo tiene el CECyT No. 3 en cuanto a colaborar en el desarrollo de valores morales, entre otros, y con base en el programa de estudios de la unidad de aprendizaje Expresión oral y escrita II, se busca aprovechar la lectura de textos literarios para la reflexión en cuanto a la importancia de vivir los valores. El análisis y reflexión de las lecturas pretende, además de las finalidades propias del programa, favorecer el desarrollo de ellos.

Por lo anterior, en una primera etapa y con el objetivo de indagar la actitud que los estudiantes del CECyT No. 3 tienen frente a los valores en general y en particular en cuanto a honestidad, respeto, tolerancia, responsabilidad y amistad, se elaboró un instrumento integrado por 14 ítems con cinco alternativas de respuesta de tipo Likert. El instrumento se aplicó a una muestra de 100 alumnos del turno matutino, la cual se conformó por 23 mujeres y 77 hombres, de entre 15 y 17 años.

De los valores mencionados, es menester mencionar que:

Respeto significa veneración, acatamiento que se hace a alguien; miramiento, consideración, deferencia; manifestaciones de acatamiento que se hacen por cortesía.<sup>5</sup>

Honestidad, una persona honesta Del lat. *Honestu*, es decente o decorosa; recatada, pudorosa; razonable, justa; proba, recta, honrada (RAE)

Responsabilidad, cualidad de responsable. Cargo u obligación moral que resulta para alguien del posible yerro en cosa o asunto determinado. Capacidad existente en todo sujeto activo de derecho para reconocer y aceptar las consecuencias de un hecho realizado libremente (RAE)

Tolerancia, del lat. *tolerantia*. Acción y efecto de tolerar. Respeto a las ideas, creencias o prácticas de los demás cuando son diferentes o contrarias a las propias.(RAE)

Amistad, del lat. vulg. *\*amicitas*, *-ātis*, der. del lat. *amicus* 'amigo'. Afecto personal, puro y desinteresado, compartido con otra persona, que nace y se fortalece con el trato (RAE)

Los resultados de la aplicación del instrumento de referencia son:

Al ítem 1:

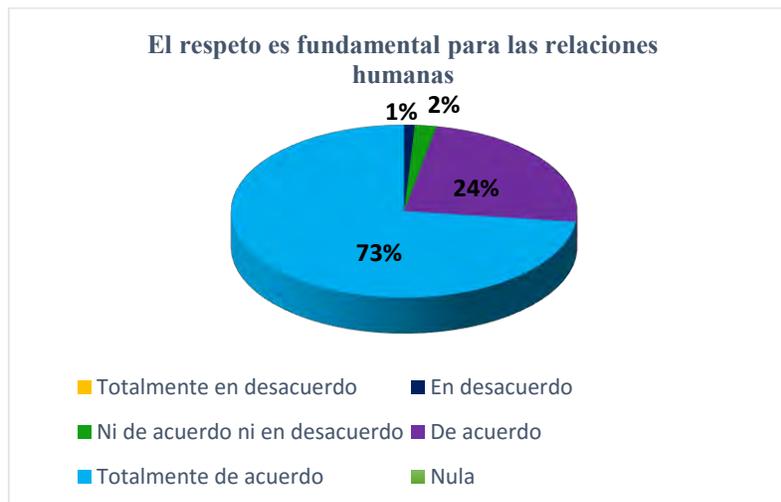
<sup>4</sup> <http://www.importancia.org/valores.php>

<sup>5</sup> Diccionario de la Real Academia de la Lengua



El 75%, mayoría, manifestó estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, no obstante un 10% dice estar de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Al número 2:



Resultó que la gran mayoría considera al respeto fundamental para las relaciones humanas, sólo el 1% no está de acuerdo con la aseveración.

Al número 3:



Por lo que respecta al ítem número 4: Las sociedades sin valores están condenadas al fracaso. Se encontró que el 30% manifestó su total acuerdo, el 32% acuerdo, 24% ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo 9% y sólo el 5% dijo estar en desacuerdo.

Al número 5: El que no transa, no avanza. Las respuestas fueron; 42% en total desacuerdo, 23% en desacuerdo, 24 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 9% de acuerdo y 2% totalmente de acuerdo. La mayoría en desacuerdo con la expresión.

Por cuanto al ítem número 6:



Al número 7: Los adolescentes deben practicar los valores, los alumnos respondieron: 51% totalmente de acuerdo, 38% de acuerdo, 9% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 1% en desacuerdo y sólo 1% en total desacuerdo.

Por lo que se refiere al número 8:



Por lo que hace al ítem número 9: En la actualidad, nadie merece respeto. Las respuestas: 35% totalmente de acuerdo, 4% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 14 en desacuerdo y 47 en total desacuerdo.

Al número 10: La práctica de valores es anticuada: el 35% manifestó estar totalmente de acuerdo, el 1% de acuerdo, el 8% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 28 en desacuerdo y también 28% totalmente en desacuerdo.

Por lo que se refiere al número 11: Se deben respetar las opiniones diferentes u opuestas a las propias. Se encontró que el 57% manifestó estar totalmente de acuerdo, el 36% de acuerdo, el 2% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 3% en desacuerdo y 2% totalmente en desacuerdo.

Al ítem número 12: Vale la pena ser honesto, los encuestados dijeron: 52% totalmente de acuerdo, 33% de acuerdo, 8% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2% en desacuerdo, 1% totalmente en desacuerdo, 4 respuestas nulas.

Al número 13: La responsabilidad ha caído en desuso, expresaron: 10% total acuerdo, 33% de acuerdo, 40% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 12% en desacuerdo, 4% en total desacuerdo, 1 respuesta nula.

Al ítem 14: Un amigo vale más que el dinero, respondieron: 39% totalmente de acuerdo, 25% de acuerdo, 15% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4% en desacuerdo, 15% en total desacuerdo y hubo 2 respuestas nulas.

### Conclusiones

- Es de señalar que este trabajo se refiere a un avance del proyecto de investigación titulado “Diseño de estrategias para desarrollar valores a través de la literatura en los alumnos del CECyT 3 del Instituto Politécnico Nacional”, el cual busca coadyuvar en el desarrollo de valores en los alumnos de ese centro de estudios.
- Del instrumento aplicado se detecta:
  - La gran mayoría considera que los valores son importantes para vivir con armonía en sociedad, no obstante perciben que su práctica es anticuada.
  - El respeto es fundamental, pero son pocas las personas que lo merecen.
  - Sólo una minoría considera que la tolerancia no es indispensable para vivir en sociedad.
  - En cuanto a honestidad, la mayoría respondió que vale la pena.
  - La amistad es considerada valiosa para la gran mayoría.
  - Un 43% dice que la responsabilidad ya no se usa.
- Si bien la mayoría de los estudiantes percibe la necesidad e importancia de practicar valores, existe un porcentaje, si bien bajo, que no lo aprecia de la misma forma, de ahí la oportunidad y compromiso de la escuela para coadyuvar en su desarrollo.
- Se vislumbra a la literatura como un campo que puede ofrecer magníficas posibilidades para la reflexión en cuanto a la importancia de los valores morales, así como para la sensibilización en cuanto a la necesidad de vivirlos.

### Fuentes consultadas

Definición de los valores

<http://elvalordelosvalores.com/definicion-de-los-valores/>

Diccionario de la Real Academia Española

<http://www.rae.es/>

La teoría de Lawrence Kohlberg

[http://ficus.pntic.mec.es/~cprf0002/nos\\_hace/desarrol3.html](http://ficus.pntic.mec.es/~cprf0002/nos_hace/desarrol3.html)

Los valores morales

<http://www.valoresmorales>

Modelo Educativo del Instituto Politécnico Nacional

[http://www.ipn.mx/SiteCollectionDocuments/RYSDDocentes/PUBLICACI\\_\\_N\\_I8437.pdf](http://www.ipn.mx/SiteCollectionDocuments/RYSDDocentes/PUBLICACI__N_I8437.pdf)

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

<http://pnd.gob.mx/>

Programa Sectorial de Educación 2013 - 2018

[https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA\\_SECTORIAL\\_DE\\_EDUCACION\\_2013\\_2018\\_WEB.pdf](https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018_WEB.pdf)

Qué son los valores y por qué son tan importantes...

<http://www.solohijos.com/web/que-son-los-valores-y-por-que-son-tan-importantes-en-la-educacion/>

# Efecto de la sustitución de sémola de trigo por adición de harina de *Oxalis tuberosa* pre-gelatinizada en las propiedades físicas y reológicas de pastas

Ing. Macario Vicente Flores<sup>1</sup>, Dra. Norma Güemes Vera<sup>2</sup>,  
Dra. Hilda María Hernández Hernández<sup>3</sup> y Dra. Ma. Isabel Reyes Santa María<sup>4</sup>

**Resumen**—La *Oxalis tuberosa* es un tubérculo con alto contenido de carbohidratos, fibra, aminoácidos y antioxidantes. La sustitución de sémola con harina pre-gelatinizada de *Oxalis tuberosa* (HPO) e Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) se realizó mediante un diseño de mezclas optimal, evaluando propiedades físicas y reológicas tanto en masas como en pastas. Se observaron diferencias significativas en el análisis de perfil de textura en masas y en las características de calidad de cocción y textura en pastas. La dureza fue de 0.34Kg para masa de sémola y 0.54Kg para una masa de total reemplazo de sémola. La adhesividad fue de 2.11-17.88mJ y la extensibilidad 7.05–9.99mm en masas. Perdidas por cocción en pastas de 5.11-39.77% mientras que la extensibilidad de pastas disminuyó con el incremento de la adición de HPO. Obteniéndose pastas con calidad de cocción y textura aceptable mediante la sustitución parcial o total de sémola con HPO y HPMC.

**Palabras clave**— Análisis de perfil de textura, pasta, reología, calidad de cocción.

## Introducción

La popularidad de la pasta está aumentando, gracias a su palatabilidad, larga vida de anaquel y sus propiedades nutricionales, tradicionalmente se elabora a partir de sémola de trigo duro, debido a la consistencia y elasticidad de la masa directamente ligada con la fuerza del gluten. El gluten juega un papel muy importante para la formación de la masa y siendo el responsable de las características elásticas de la misma, esta proteína comprende las fracciones de prolaminas (gliadinas y gluteninas), así el uso de harinas alternativas en la formulación de pastas podría conferir características de calidad mejoradas, derivadas de la modificación del contenido de gluten además del posible incremento de la calidad nutricional de las diversas formulaciones (Fiorda *et al.*, 2013).

Comúnmente el enriquecimiento de las pastas el uso de cereales (cebada, centeno, arroz, etc.), pseudocereales (alfarfón, amaranto, quinua, etc.) y las harinas de leguminosas (guisantes, garbanzos, etc.), en ciertos casos harinas o almidones a partir de tubérculos no convencionales, para proporcionar fuentes de fibra, minerales, antioxidantes y polifenoles (Marti y Ambrogina, 2013).

La Oca (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo endémico de los Andes, domesticado en el centro de Perú y norte de Bolivia; siendo introducida en México, aproximadamente unos 200 años (Cortella y Pochettino, 1995; Chirinos *et al.*, 2009; Cajamarca, 2010). En México, la *Oxalis tuberosa* recibe los nombres de: papa roja, papa yuca, papa inglesa o papa extranjera, actualmente, su producción anual no es considerada dentro de los lineamientos de los tubérculos en México por lo que es limitada al autoconsumo y venta a pequeña escala (Pazmiño Vaca, 2010).

La incorporación de ingredientes alternativos al trigo para la producción de pastas requiere ajustes de procesamiento y aditivos (Mariotti, Lucisano, Pagani, y Ng, 2009; Schoenlechner, Drausinger, Ottenschlaeger, Jurackova, y Berghofer, 2010); como puede ser el caso de los tratamientos térmicos bajo condiciones de humedad específicos, seguido de enfriamiento proporcionando rigidez a la pasta cocida, reducción en la pegajosidad de la superficie y la pérdida de material soluble durante la cocción (Mariotti *et al.*, 2011; Mestres, Collonna, y Buleon, 1988). El grado de pegajosidad, firmeza, absorción de agua y pérdida de sólidos en pastas son indicadores de calidad para la determinación del porcentaje de sustitución aceptable necesario para lograr un equilibrio en el balance nutricional y tecnológico, sin embargo, los altos niveles de sustitución de sémola en pastas conducen a tener

<sup>1</sup> Ing. Macario Vicente Flores es Estudiante, Maestría en Ciencia de los Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México. [macario\\_19892@hotmail.com](mailto:macario_19892@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Norma Güemes Vera es Profesora Investigadora Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México [njgv2002@yahoo.com.mx](mailto:njgv2002@yahoo.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> Dra. Hilda María Hernández Hernández es Profesora Investigadora Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México [hilda2hdez@hotmail.com](mailto:hilda2hdez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Ma. Isabel Reyes Santa María es Profesora Investigadora Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km 1, Tulancingo, C.P. 43600, Hidalgo, México [mirs62@yahoo.com](mailto:mirs62@yahoo.com)

propiedades inferiores en la cocción (Del Nobile, Baiano, Conte, y Mocci 2005).

Por lo anterior, en el presente trabajo se analizó el efecto de la adición harina pre-gelatinizada de *Oxalis tuberosa* en la elaboración de pasta, proporcionando información útil para el diseño de nuevos productos e incrementar la gama de variedades para los consumidores.

### Descripción del método

#### *Materia prima*

Los tubérculos de *Oxalis tuberosa* se compraron en el mercado local y la central de abastos en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. La sémola de granos de trigo, sal (NaCl) (La Fina, México) y aceite de oliva (Great Value, España) se compraron en el mercado local, Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC, grado alimentario) estos ingredientes se utilizaron para elaborar las pastas.

#### *Obtención de harina de Oxalis tuberosa*

La harina del tubérculo se obtuvo de acuerdo a Cajamarca (2010), los tubérculos se cortaron en rodajas de 7 x 1.5 x 0.3 cm. Las rodajas se sometieron a secado a condiciones de 60 ° C en un horno de bandejas (), hasta un contenido final de humedad de 11%. A continuación, las rebanadas secas se molieron (Krups GX410011V, México) para obtener un tamaño de partícula entre 5 a 70 micras, posteriormente, la harina se almacenó en bolsas herméticas de polietileno a temperatura ambiente hasta su posterior uso.

#### *Pre-gelatinización de la harina de Oxalis tuberosa*

Para la pre-gelatinización se utilizó un extrusor (Beutelspacher SB, México) de 1.5 HP y 220V con tornillo sencillo. Se acondiciono la harina nativa a 30% de humedad. Las temperaturas en la primera, segunda y tercera zona de calentamiento del extrusor fueron 55, 65 y 75 ° C respectivamente, la velocidad del tornillo 55 RPM con un dado circular 3 mm. El producto extrudido fue molido y tamizado (Della Valle *et al.*, 1995; Bastos *et al.*, 2016).

#### *Formulaciones*

Las proporciones de adición de harina de *Oxalis tuberosa* e hidrocoloide fueron establecidas de acuerdo a experimentación previa y reportes anteriores (Larrosa, 2013; Fiorda *et al.*, 2013) en un intervalo: Sémola x-y, *Oxalis tuberosa* x-y, e Hidrocoloide x-y, con un diseño *Simplex* (optimal) obtenido utilizando el software Design-Expert (Stat-Ease, Inc., v.9, USA), como se muestra en el Cuadro 1.

Formulación	Sémola (%)	HPO (%)	HPMC (%)
F1	0.00	98.67	1.33
F2	32.67	65.33	2.00
F3	0.00	100.00	0.00
F4	100.0	0.0	0.0

**Cuadro 1.** Diseño experimental de las formulaciones.

#### *Análisis de perfil de textura*

Para la determinación del análisis de perfil de textura (APT) 25 g de masa fueron comprimidos de su medida original 20% de deformación después de un reposo de 15 min con una sonda de acero inoxidable de 36 mm de diámetro (TA-AACC36) en un texturómetro CT3 Brookfield Texture Analyzer, equipado con una celda de carga de 4.5 Kg, una velocidad constante con 0.5 mm/s y el tiempo de reposo fue 5s entre las dos comprensiones, obteniéndose así, los parámetros de dureza, cohesividad, adhesividad y elasticidad en masas (Pérez, 2012; Totosaus, Lopez y Güemes-Vera, 2013).

#### *Extensibilidad de masas*

La extensibilidad de la masa fue determinada por la prueba extensibilidad Kieffer acoplado el aditamento *Kieffer dough and gluten extensibility rig* al texturómetro (CT3 Brookfield Texture Analyzer). Para esta prueba se tomaron 9.73g de la mezcla obtenida por cada formulación del diseño experimental (Cuadro 1) y 0.27g de sal (NaCl), fue amasada con aproximadamente entre 8-9 mL de agua destilada, después se colocó en una prensa por un periodo de 45min, la masa fue colocada entre dos placas del Kieffer rig y elongada mediante un gancho a velocidad constante de 0.5mm/s hasta la ruptura (AACC 54-10, 2000). Para las curvas de fuerza-distancia, los parámetros de extensibilidad se muestran como: extensibilidad, la distancia hasta la ruptura y resistencia máxima, fuerza máxima detectada como indicador de resistencia en las masas (Kieffer *et al.* 1998; Güemes *et al.*, 2012; Totosaus, Lopez & Güemes-Vera, 2013).

### *Elaboración de las pastas*

Las masas fueron preparadas en base a las formulaciones del diseño experimental (Cuadro 1) para este caso se agregó agua para formar una masa homogénea, la cual estuvo en reposo por 15 min., transcurrido este tiempo fue laminada y cortada, usando una maquina cortadora de tallarines (Atlas, model 150 mm, Deluxe, Marcato, Italy), una vez obtenidos la pasta fueron colocados en papel encerado para secarlos a temperatura ambiente ( $25 \pm 1$  °C) por 24 h (Flores, 2008).

### *Pérdidas por cocción*

Las pérdidas por cocción, que es la cantidad de sustancia sólida perdida en el agua de cocción, se determinó de acuerdo con el método aprobado AACC 66-50 (2000). 10 g de la pasta cocinados en el tiempo óptimo de cocción en 300 ml de agua destilada hirviendo. Se recogió el agua de cocción en un matraz Erlenmeyer, se colocó en un horno a 105 ° C y se evaporó hasta que se alcanzó un peso constante. El residuo se pesó y se reportó como un porcentaje del material de partida.

### *Peso de cocción*

El peso de cocción se determinó de acuerdo con el método aprobado AACC 66-50 (2000). 10 g de la pasta que fueron cocinados en el tiempo óptimo de cocción en 300 ml de agua destilada hirviendo. La pasta cocida y escurrida durante 2 minutos, se pesó y se reportó en gramos.

### *Absorción de agua*

La absorción de agua se determinó de acuerdo con el método aprobado AACC 66-50 (2000). 10 g de la pasta que fueron cocinados en el tiempo óptimo de cocción en 300 ml de agua destilada hirviendo La pasta cocida se lavó con 50 ml de agua destilada y se escurrió durante 2 minutos, la pasta se pesó y se reportó como porcentaje de la absorción de agua.

### *Determinación de color en pastas*

El color en las pastas es un factor importante para la aceptación o rechazo de las mismas. En el presente estudio, se utilizó un colorímetro portátil (Minolta Chroma Meter CR-300 Series, Osaka, Japan) para determinar el color de las pastas en los parámetros de Luminosidad ( $L^*$ ),  $a^*$  y  $b^*$ .  $L^*$  valores de negro a blanco (0 - 100), valores de  $a^*$  miden el color rojo cuando es positive y  $b^*$  valores de amarillo cuando es positivo.

### *Extensibilidad en pastas*

Para la realización de esta prueba se utilizaron las pastas elaboradas con las formulaciones determinadas anteriormente, sometiendo las pastas previamente a un proceso de cocción durante 3 min. La pasta cocida (una sola hebra) fue colocada en el aditamento "Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig". Posteriormente la sonda sujeto la hebra y empezó a extenderla hasta que la pasta se rompa (Kieffer et al., 1998: Totosaus, Lopez y Güemes-Vera, 2013).

### *Análisis estadístico*

Los datos obtenidos tanto de masas y pastas fueron tratados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA), las medias se compararon mediante la prueba de Tukey a un nivel de significación de 0.05, para determinar las diferencias significativas entre las formulaciones. Se utilizó el programa estadístico SAS v. 8.0 (SAS Institute, Cary, Carolina del Norte, USA).

## **Resultados**

De acuerdo al diseño experimental (Cuadro 1) las formulaciones de masas fueron elaboradas y se llevó a cabo el análisis de perfil de textura donde se obtuvieron los parámetros de dureza, adhesividad, cohesividad y elasticidad que se muestran en el Cuadro 2, respecto a la dureza se observó que este parámetro fue estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ) comparado con la masa control (F4) con un valor de  $0.34 \text{ Kg} \pm 0.017$ , la dureza aumentó tres veces más en la formulación 2 con valor de  $1.02 \text{ Kg} \pm 0.022$ , donde se observó la concentración más alta de HPMC considerándose una masa adicionada por su formulación, para el caso de una masa considerada libre en gluten (F1) la dureza fue de  $0.54 \text{ Kg} \pm 0.019$ . En estudios similares, se reportó que para spaghetti elaborado con harina de maíz y harina pre-gelatinizada de maíz como control y otra muestra de spaghetti adicionado con harina de pimiento amarillo mostraron valores de dureza de  $12 \text{ N} \pm 1.05$  y  $9.6 \text{ N} \pm 0.73$ , respectivamente, se sugiere que estas diferencias son ocasionadas por el mayor contenido de fibra en la harina de pimiento lo cual impide la formación de la red de almidón e influye negativamente en la dureza y la calidad de cocción de la pasta (Padalino *et al.*, 2013).

Al respecto, para el parámetro de adhesividad (Cuadro 2) se encontraron diferencias altamente significativas entre las formulaciones comparadas con el control (F4) resultando masas más adhesivas, F4 presentó un valor de  $2.11 \text{ mJ} \pm 0.420$ , mientras que el valor cercano a F4 fue la masa F1 que mostro un valor de  $8.44 \text{ mJ} \pm 0.475$ . En lo que corresponde a cohesividad se encontraron diferencias significativas en las formulaciones donde se observó que la formulación 3 fue la que presento el valor más alto con  $0.83 \pm 0.009$  mientras que el control (F4) un valor de 0.43

$\pm 0.009$ . Para el parámetro de elasticidad los mejores valores fueron en las formulaciones 1 y 4 con valores de  $0.72 \text{ mm} \pm 0.049$  y  $0.79 \text{ mm} \pm 0.164$ , respectivamente, y al respecto la extensibilidad se observó menos diferencias significativas en comparación con el control que tuvo un valor de  $9.99 \text{ mm} \pm 0.64$  y el valor más bajo se presentó en (F1) una formulación sustituida en su totalidad de sémola de trigo con un valor de  $7.05 \text{ mm} \pm 0.98$ . En contraste, con un estudio realizado por Espino (2015), observaron que la incorporación de 6 % harina de *Oxalis tuberosa* pre-gelatinizada en la elaboración de pan de caja y pan dulce tipo concha mejoro los parámetros de textura en las masas, donde la dureza disminuye y la cohesividad aumenta, mientras que la elasticidad de las masas se mantiene en valores de  $0.95 - 0.97 \text{ mm}$  y la extensibilidad se ve disminuida con la adición de esta harina obteniéndose valores de  $5.04 - 8.19 \text{ mm}$ . De acuerdo con, Collar, Santos y Russell (2007), mencionan que el enriquecimiento de las masas con fibras afecta a las propiedades mecánicas como aumento de la dureza y disminución en la cohesión de la masa.

Formulación	Dureza (Kg)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Extensibilidad (mm)
F1	$0.54^c \pm 0.019$	$8.44^c \pm 0.475$	$0.33^b \pm 0.003$	$0.72^a \pm 0.049$	$7.05^d \pm 0.98$
F2	$1.02^a \pm 0.022$	$14.01^b \pm 2.157$	$0.24^c \pm 0.002$	$0.31^{bc} \pm 0.005$	$9.06^{ab} \pm 0.51$
F3	$0.76^b \pm 0.007$	$17.40^a \pm 2.385$	$0.83^d \pm 0.009$	$0.37^b \pm 0.020$	$7.30^d \pm 0.49$
F4	$0.34^d \pm 0.017$	$2.11^d \pm 0.420$	$0.43^a \pm 0.009$	$0.79^a \pm 0.164$	$9.99^a \pm 0.64$

**Cuadro 2.** Análisis de Perfil de Textura (APT) en masas. <sup>a, b, c, d</sup> Indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

Las pastas fueron elaboradas según las formulaciones determinadas y posteriormente se evaluó su calidad, la información se muestra en el Cuadro 3, donde se presentan los valores obtenidos, se encontró diferencias significativas entre las diferentes formulación con respecto al control (F4) tanto en peso de pasta cocida, perdidas por cocción y absorción de agua. Se observó que en aquellas formulaciones donde la sustitución parcial de más del 50% de sémola de trigo por harina de *Oxalis tuberosa* se vieron afectados los parámetros ya mencionados anteriormente, notándose principalmente en las perdidas de cocción donde se obtuvieron valores de hasta  $39.77\% \pm 0.64$  para la formulación 3 que es una pasta totalmente libre de sémola de trigo y sin HPMC que ayude a la formación del entrelazamiento de moléculas para la formación más sólida de una matriz o red similar a la del gluten de trigo, mientras que en la pastas F1 y F2 el adicionar HPMC permitió dar mejores características físicas y obtener una pasta de total y parcial sustitución de sémola. De acuerdo a estudios relacionados con lo anterior se menciona que, las pérdidas por cocción es uno de los parámetros más importantes que afectan a la aceptación del consumidor en productos de pasta y una pérdida por cocción del 12% se considera como el límite superior máximo aceptable para una pasta de buena calidad propiamente elaborada de sémola de trigo (Hoseney, 1999; Fu 2008). En otro reporte por Islas-Rubio *et al.*, (2014) menciona que la sustitución de cantidades crecientes de sémola con mezclas de harina de amaranto provocó un aumento en la pérdida de cocción y una reducción en la ganancia de peso en pastas.

Respecto, al parámetro de extensibilidad de las pastas (Cuadro 3) se encontraron diferencias significativas en las formulaciones, mostrando una disminución con el incremento de la harina del tubérculo, el control (F4) se observó un valor de  $5.94 \text{ mm} \pm 1.15$ , mientras que en las formulaciones con parcial sustitución de sémola (F2) el valor fue  $0.79 \text{ mm} \pm 0.14$  y las pastas F1 y F3 formulaciones de sustitución total de sémola de trigo los valores fueron de  $1.37 \text{ mm} \pm 0.10$  y  $0.79 \text{ mm} \pm 0.14$ , respectivamente.

En un reporte similar, Gonzales-Victoriano (2014) en pastas elaboradas con sémola de trigo en mezclas con

Formulación	Peso de pasta cocida (g)	Pérdidas por cocción (%)	Absorción de agua (%)	Extensibilidad (mm)
F1	$29.80^a \pm 0.60$	$15.71^b \pm 0.11$	$192.91^a \pm 0.08$	$1.37^c \pm 0.10$
F2	$21.35^b \pm 0.76$	$15.75^b \pm 0.28$	$115.75^b \pm 0.32$	$2.93^b \pm 0.54$
F3	$8.20^d \pm 0.19$	$39.77^a \pm 0.64$	$19.86^c \pm 0.23$	$0.79^d \pm 0.14$
F4	$17.56^c \pm 0.23$	$5.11^c \pm 0.13$	$81.49^d \pm 0.62$	$5.94^a \pm 1.15$

**Cuadro 3.** Determinación de calidad en pastas. <sup>a, b, c, d</sup> Indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

harina de chayotextle encontró valores para la extensibilidad de 2.76 a 3.10 mm y menciona que hay disminución de este parámetro a causa del incremento de sustitución de la sémola de trigo.

En el Cuadro 4 se muestran los parámetros correspondientes al color de las pastas donde se observó que el parámetro de Luminosidad ( $L^*$ ) se ve disminuido con el incremento de la adición de harina de *Oxalis tuberosa*, notándose que la F4 presentó el valor más alto con  $74.21 \pm 0.64$  mientras que las pastas sustituidas parcial o totalmente se encontraron en un rango de  $35.76 - 54.21$ , mientras que en los parámetros de  $a^*$  y  $b^*$  se encontraron diferencias significativas con respecto al control (F4), observándose que la F1 se encontró el valor más alto en lo que corresponde al cuadrante del color amarillo ya que es una característica física importante en el color de las pastas. Por lo anterior, Rodríguez-Ambríz *et al.*, (2007) menciona que la reducción en el valor  $L^*$  puede atribuirse a los pigmentos producidos durante la oxidación de los compuestos fenólicos en este caso presentes en la harina de plátano verde y un reporte por Gonzales-Victoriano (2014) en pastas elaboradas con sémola de trigo en mezclas con harina de chayotextle encontró valores de  $L^* 43.40 - 53.38$ ,  $a^* 11.43 - 18.65$  y  $b^* 4.29 - 23.23$ .

Formulación	$L^*$	$a^*$	$b^*$
F1	$54.21^{b} \pm 0.42$	$6.70^{ab} \pm 0.25$	$25.31^{a} \pm 1.53$
F2	$48.03^{c} \pm 0.73$	$5.64^{b} \pm 0.15$	$23.00^{a} \pm 1.92$
F3	$35.76^{d} \pm 0.24$	$9.77^{a} \pm 0.80$	$6.86^{c} \pm 2.80$
F4	$74.21^{a} \pm 0.64$	$0.51^{c} \pm 0.01$	$12.99^{b} \pm 0.66$

**Cuadro 4.** Determinación de color en pastas. <sup>a, b, c, d</sup> Indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de acuerdo a la prueba de Tukey.

### Conclusiones

La incorporación de harina pre-gelatinizada de *Oxalis tuberosa* e hidrocoloide (HPMC) permitió elaborar las pastas sustituyendo en diferentes porcentajes a la sémola de trigo, obteniendo pastas bajas en gluten y libres en gluten. La calidad de las pastas se encontró en parámetros regulares comparada con las pastas tradicionales de sémola de trigo, y calidad similar a pastas elaboradas con harinas o almidón de diferentes fuentes botánicas. Cabe señalar, que el uso de harina pre-gelatinizada como alternativa en la elaboración de productos con bajo o nulo contenido de gluten, es necesario para conferir al producto las características tecnológicas y comerciales, ya que la capacidad del gluten para formar una red de proteínas es la responsable de la calidad de cocción y propiedades de textura en pasta de trigo duro.

### Referencias

- A. R. Cortella, M. L. Pochettino: Comparative morphology of starch of three Andean tubers. *Starch/Stärke*, 1995, 47, 455–461.
- AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Tenth Edition. Vol. I y II.
- Bastos, M. G., Soares, S. J., Caliarí, M., De Araujo, P.A.L., De Moraes, C.C., y Hidalgo, C.M.R. (2016). Physical and sensory quality of gluten free spaghetti processed from amaranth flour and potato pulp. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 128-136.
- Cajamarca-Ruiz, E. E. (2010). Evaluación nutricional de la oca (*Oxalis tuberosa*) fresca, endulzada y deshidratada en secado de bandejas. Tesis para obtener el grado de químico farmacéutico. Ecuador.
- Chirinos, R., Betaléluz, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R. & Campos, D. (2009). HPLC-DAD Characterization of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113, 1243-1251.
- Collar, C., Santos, E., y Rossel, C. M. (2007). Assessment of rheological profile and fibre-enriched bread doughs by response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 78, 820–826.
- Del Nobile, M. A., Baiano, A., Conte, A., & Mocchi, G. (2005). Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal of Cereal Science*, 41(3), 347–356.
- Espino, M.S.O. (2015). Elaboración de pan blanco de caja y pan dulce tipo concha libre de gluten utilizando harina pregelatinizada de *Oxalis tuberosa*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Fiorda, F.A., Soares, M.S., da Silva, F.A., Grosmann, M.V.E., Souto, L.R.F., 2013b. Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse. *LWT Food Sci. Technol.* 54 (1), 132e138.

- Flores, M.G.A. (2008). Evaluación química, reológica y sensorial de pastas fortificadas con harina de *Jatropha curcas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Fu, B. X. (2008). Asian noodles: history, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*, 41, 888e902.
- G. Della Valle, Y. Boché, P. Colona & B. Vergnes. (1995). The extrusion behaviour of potato starch. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 28 pp 255-264. Francia.
- Gonzales Victoriano L. (2014). Evaluación de las propiedades físico-químicas de pastas con bajo contenido de gluten elaboradas a partir de sémola de trigo (*Triticum durum*) complementadas con harina de chayotextle (*Sechium edule*). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Hoseney, R. C. (1999). *Principles of Cereal Science and Technology*. Pp. 32–65, 269–274. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2013). Optimization of rheological properties of gluten-free pasta dough using mixture Design. *Journal of Cereal Science*, xxx, 1-7.
- Mariotti, M., Lametti, S., Cappa, C., Rasmussen, P., Lucisano, M. (2011). Characterization of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. *Journal of Cereal Science*, 53, 319-327.
- Mariotti, M., Lucisano, M., Pagani, M.A., Ng, P.K., 2009. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Res. Int.* 42 (8), 963e975.
- Marti, A., Ambrogina, P.M. (2013). What can play the role of gluten in gluten free pasta? *Trends in Food Science & Technology*, 31, 63-71.
- Mestres, C., Collonna, P., & Buleon, A. (1988). Characteristics of starch networks within rice flour noodles and mungbean starch vermicelli. *Journal of Food Science*, 53, 1809e1812.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Vita, P., Ficco, M., Bianca, D., Del Nobile, M.A., 2013. Effects of hydrocolloids on chemical properties and cooking quality of gluten free spaghetti. *Int. J. Food Sci. Technol.* 48 (5), 972e983.
- Pazmiño Vaca, M. L. (2007). Estudio de la Oca (*Oxalis tuberosa*) y propuesta gastronómica. Quito, Ecuador: s.n. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Administrador Gastronómico.
- Pérez, R.K.A. (2012). Evaluación del efecto del aislado proteínico de semilla de guayaba (*Psidium guajava*) sobre las propiedades reológicas en pan de caja. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Rodríguez-Ambriz, S.L., Islas-Hernández, J.J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J. & Bello-Pérez, L.A. (2008). Characterization of a fibre rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 107, 1515-1521.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 339e349.
- Totosaus, A., Lopez, H., y Güemes, V.N., (2013). Effect of lupinus (*lupinus albus*) and jatropha (*jatropha curcas*) protein concentrates on wheat dough texture and bread quality: optimization by a d-optimal mixture design. *Journal of Texture Studies*, 44 (6), 424-435. doi:10.1111/jtxs.12031

## Nivel de uso de TIC en docentes de ISC en relación con planes de estudio 2010

M.T.E. María Concepción Villatoro Cruz<sup>1</sup>, M.I. Sonia Martínez Guzmán<sup>2</sup>, M.C. Daniel Valdivieso Rodríguez<sup>3</sup>,  
Ing. Marina Cisneros Guerra<sup>4</sup>

**Resumen**—Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) representan herramientas vitales para el desarrollo social y profesional. En base a ello se presenta en este trabajo los resultados del proyecto de investigación educativa vinculado con el uso de las TIC en docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz; se basa en el comparativo de los planes de estudio de la carrera Plan 2010 y lo que realmente utilizan los docentes en el aula, al mismo tiempo se conocen las TIC actuales más utilizadas por la plantilla docente.

Los resultados obtenidos por documentación (programas de estudio), entrevistas y encuestas determinan un nivel de uso de TIC dentro de la categoría: “Bueno”.

Así mismo se conocen las TIC básicas y específicas en los rubros de Ideales (por programas de estudio) y Reales (utilizadas por docentes).

La importancia de conocer el escenario real y nivel de uso de TIC en docentes de ISC proporciona una visión amplia de las fortalezas y áreas de oportunidad de su uso, capacitación docente y aplicación en el aula; el impacto en la formación profesional de los alumnos inscritos en la carrera de ISC es inmediato y coadyuva al fortalecimiento y mejora de la calidad educativa en las Ingenierías.

*Palabras clave:* TIC, ingeniería, uso, planes de estudio.

### Introducción

El entorno social, industrial y profesional actual exige a las Instituciones Educativas (IE) estar a la vanguardia en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje, incluyendo en sus procesos administrativos y académicos las tendencias tecnológicas enmarcadas por la sociedad del conocimiento, las TIC y las redes de comunicación (internet), este contexto es uno de los factores que la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) toma en cuenta en el modelo educativo para el siglo XXI: formación y desarrollo de competencias profesionales, aplicado a partir del año 2010 en los institutos tecnológicos.

El Instituto Tecnológico de Minatitlán Veracruz (ITM) como parte de la gran familia tecnológica aplica éste modelo en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales ofertada a partir del año 1997 en el modelo por objetivos y a partir del 2010 bajo el esquema de las competencias profesionales, éste con 260 créditos distribuidos en 200 de estructura genérica, 25 de especialidad y 25 en procesos de egreso y cuya especialidad para este modelo ha sido registrada el año pasado con el nombre del “NETWORKING” actualmente se cuenta con una plantilla docente integrada por 28 docentes cuyos perfiles profesionales de manera general son: Ingenieros en Sistemas Computacionales, Licenciados en informática e Ingenieros Electrónicos.

Lo anterior es marco para realizar un estudio claro, objetivo y necesario para conocer el escenario actual del uso de estas nuevas tecnologías al interior del área de Ingeniería en Sistemas y Computación, el objeto de estudio es el docente como eje formador, experto y trasmisor del conocimiento tanto en el aula como en los espacios alternos que nos brinda las TIC como el correo electrónico, las plataformas virtuales y más recientemente: las redes sociales.

<sup>1</sup> M.T.E. María Concepción Villatoro Cruz, Docente del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Industrial (modalidad a distancia) en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz. [villatorocruz@gmail.com](mailto:villatorocruz@gmail.com)

<sup>2</sup> M.I. Sonia Martínez Guzmán, Docente del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz [smgatletismo\\_2012@hotmail.com](mailto:smgatletismo_2012@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.C. Daniel Valdivieso Rodríguez, Adm. y Docente del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz. [danielvaldivieso@gmail.com](mailto:danielvaldivieso@gmail.com)

<sup>4</sup> Ing. Marina Cisneros Guerra, Docente del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Industrial (modalidad a distancia) en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, Veracruz. [villatorocruz@gmail.com](mailto:villatorocruz@gmail.com)

Se habla mucho de la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza, más aun, el propio modelo educativo lo exige y sugiere en sus contenidos temáticos de las asignaturas, pero ¿en qué medida sucede esa incorporación de las TIC?, siendo aún más específicos ¿los docentes aplican la competencia del manejo de nuevas tecnologías?, finalmente ¿se cumple lo que indica un programa de estudios en relación al manejo de TIC? Conociendo estas respuestas, se posibilita la aplicación de propuestas resolutorias a corto y mediano plazo.

Si se cumplen los programas temáticos de las materias tanto en contenidos como en incorporación de las TIC y además el docente aplica estrategias de enseñanza, él se convertirá en el eje transmisor del conocimiento, de esta forma:

Se espera que el profesorado, más que transmitir abundante información, promueva el desarrollo de competencias como garantía para que los sujetos puedan seguir aprendiendo a lo largo de su vida y se desempeñen de manera pertinente y satisfactoria en un mundo cambiante y complejo. De ahí, la necesidad de definir un nuevo perfil docente que garantice un desempeño profesional eficiente, eficaz y satisfactorio. Bozu y Canto (2009:90).

La investigación se soporta en la línea de investigación educativa “Tecnologías de la Información y Comunicación” cuyo objetivo es desarrollar actividades de investigación educativa que, utilizando TIC, permitan resolver problemas epistemológicos, para abordar problemas relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje de los programas educativos basados en un enfoque por competencias; cuyo tema de la línea de investigación es : impacto de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo.

Se pretende con ésta investigación conocer el escenario real del uso de las TIC en la Carrera de ISC , para con ello se apropie y concientice al docente de la importancia de incluir y aplicar las tecnologías enmarcadas en los programas de estudio, esto no quiere decir que el docente no lo haga actualmente, sólo que al visualizar niveles de aplicación de las tecnologías en nuestra área académica, el objeto de acción sea directo hacia el docente , actor del proceso educativo que lleva sus conocimientos y competencias al aula, permeando hacia el alumnado quien finalmente es nuestro cliente y a quien se debe enseñar a tener todas las competencias y habilidades que el escenario real y laboral le exige.

El docente al ser el eje central de esta investigación también representa al principal sujeto en quien se impactará a través de las propuestas de mejora que se recomienden, dependiendo de los resultados de la investigación, éstas se aplicarán en la medida en que se programen, planeen y financien según sea el caso.

### **Desarrollo y resultados del proyecto**

Se inicia con la búsqueda de información oficial de los temarios y retícula actual de la carrera de ISC, realizándose un análisis y clasificación de las asignaturas según lo marca la retícula ISIC-2010-224, dando este trabajo el resultado del Diagrama .Ver Figura 1.

A continuación se procede al análisis uno a uno de los temarios de las asignaturas de las que se extraen las temáticas relacionadas con TIC , lenguajes de programación o Recursos Tecnológicos Digitales detectando que el 80% de los programas no indican de manera puntual el tipo de tecnología a utilizar en la asignatura, dando apertura a que el docente defina la que mejor convenga para la obtención de un aprendizaje significativo; un 10% de los programas no indican uso alguno de estas tecnologías sin embargo esto no exime al docente de hacer uso de ellas; el 10% restante es dedicado al área de ciencias básicas.

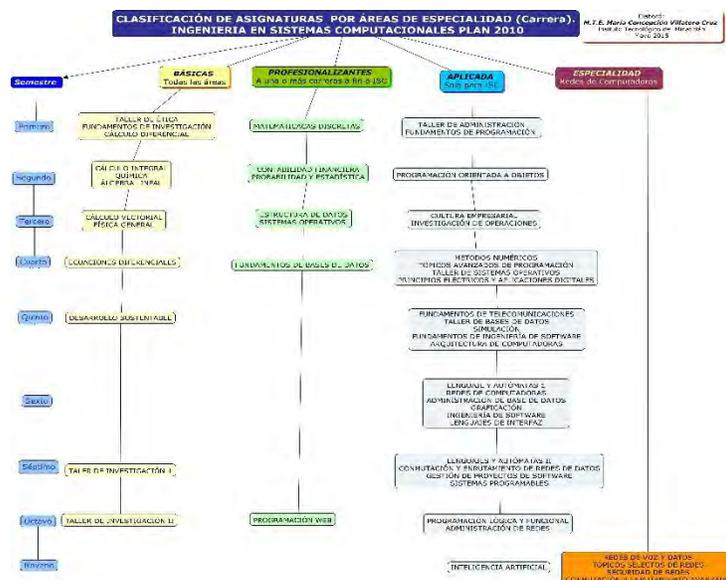


Figura 1. Diagrama de clasificación de asignaturas de ISC

En base a la información obtenida de la tabla se procedió a realizar el análisis para definir el nivel de uso de las TIC en los docentes de ISC (Reales) relacionándolos con lo que indican los programas de estudio (Ideales), ver Tabla 1; para ello se elaboró y aplico un formato de entrevista a 26 docentes, del que resultó el nivel obtenido: **NIVEL BUENO**, dentro de las opciones Excelente, Muy Bueno, Bueno y Deficiente, ver Tabla 2.

Tabla 1.  
Definición de Niveles.

Porcentaje de aplicación y uso de TIC- software-lenguajes de programación	NIVEL
De 95%-100%	EXCELENTE
De 80% a 94%	MUY BUENO
De 60% a 79%	BUENO
De 40% a 59%	REGULAR
De 0 % a 39%	DEFICIENTE

Según las asignaciones anteriores en cuanto a porcentajes de uso de TIC- Lenguajes de programación en base a evidencias ya mencionadas se concentran en la tabla 2 los resultados finales dando como resultado la categoría de BUENO (relación tomada de la tabla 1:Definición de niveles).

Tabla 2  
Resultados integrados para obtención del nivel logrado.

Semestre	%	Nivel obtenido
Primer semestre	78	BUENO
Segundo semestre	71	BUENO
Tercer semestre	80	MUY BUENO
Cuarto semestre	80	MUY BUENO
Quinto semestre	77	BUENO
Sexto semestre	73	BUENO
Séptimo semestre	79	BUENO
Octavo semestre	88	MUY BUENO
Noveno semestre	72	BUENO
<b>TOTAL</b>	<b>78%</b>	<b>BUENO</b>

El nivel final se estructura con la media de los 2 factores tomados en cuenta:

1. USO-NIVEL DE APLICACIÓN DE TIC/TECNOLOGIA-SOFTWARE SEGÚN DATOS DOCENTES (REALES)
2. NIVEL SEGÚN EL CRITERIO DEL DOCENTE

De la misma entrevista se recolectaron los datos que definen que tipo de TIC, lenguajes de programación o recursos tecnológicos utilizan los docentes y contrastando con los marcados en los programas de estudio de ISC.

Los resultados obtenidos por la entrevista al docente fueron los siguientes:

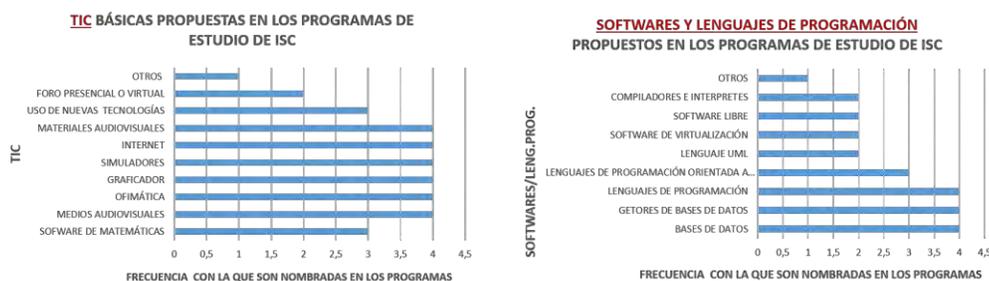
TIC básica IDEAL en (temarios de las asignaturas): **Medios Audiovisuales, Ofimática, Graficadores, Simuladores, Internet y medios audiovisuales.** Figura 2a

TIC Básica REAL que más utilizan los docentes: **Correo, Software de Presentaciones y ofimática, whatsapp y Facebook.** Figura 2b

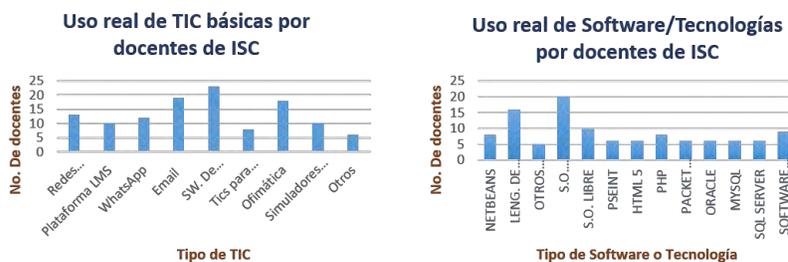
TIC Específicas IDEAL en (temarios de las asignaturas): **Lenguajes de programación, gestores de bases de datos, bases de datos, lenguajes de programación orientada a objetos.** Figura 2a

TIC Específicas REAL utilizada por docentes: **Lenguajes de programación-Java-C++. Visual estudio, Windows, software de virtualización, software libre.** Figura 2b

Estos resultados se visualizan en la figura 2.



a) Ideales (los que marcan los programas de estudio)



b) Reales (los que realmente usan los docentes)

Figura 2. Resultados de uso de TIC y software por docentes

Finalmente se aplicó un cuestionario para conocer el escenario del docente respecto a la capacitación en Tecnologías básicas, actitudes y percepción del uso de las TIC en su labor docente, los resultados indican que la temática en donde menos se capacitan es en: *salones virtuales para conferencias, blogs, podcast y objetos de aprendizaje*; son autodidactas en el uso de redes sociales, inclusión de TIC en su quehacer docente, buscadores de internet, tutoriales, internet, sitios web y manejo básico de computadoras; en la temática en donde se capacitan al menos una vez y saben manejar la herramienta es en *Buscadores de Internet*; y finalmente en donde tienen una capacitación y uso continuo es en el área de *correo electrónico y uso básico de computadoras*. Ver Figura 3.

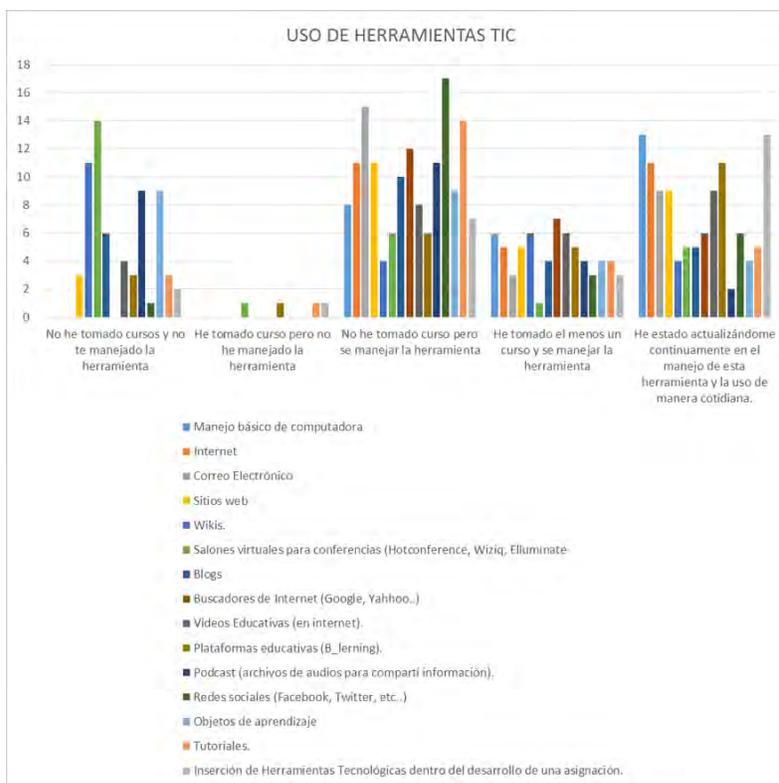


Figura 3. *Uso de herramientas TIC en función de su manejo y capacitación.*

### **Conclusión.**

Los resultados de la investigación muestran una congruencia entre lo que los programas de estudio de la carrera de ISC proponen en la temática de la investigación, lo que realmente imparten los docentes en su aula y las TIC que aplican y/o en su quehacer docente. El nivel encontrado fue **BUENO** en esta medición, cae dentro del rango de 60% a 79% en la definición del nivel. Interesante el dato recabado de la entrevista y cuestionario en el que se percibe un uso considerable de *software libre* debido a la falta de recursos de software con licencia inexistentes en el departamento académico. La mayoría de los docentes que usan y aplican TIC es debido a que son autodidactas, ya que los cursos de formación continua (de: TIC, Software, lenguajes de programación y tecnologías/recursos para el perfil de ISC) dentro de la institución son poco ofertados, teniendo el docente que tomar su formación por otros medios y otras estrategias.

La mayoría de los docentes que dicta de forma personal un porcentaje de uso de TIC, Software, lenguajes de programación y tecnologías/recursos para el perfil de ISC menor que el ideal (100%) expresa que es debido a la falta de recursos tecnológicos licenciados que no se han adquirido desde hace ya más de 5 años, han buscado alternativas de software libre, versiones académicas que a pesar de atender de momento el requerimiento, limita la eficiencia de enseñanza y por ende, la del aprendizaje.

El proyecto se integra en el espacio virtual de *blogspot.es*, alojado en: <http://escenarioTICisc.blogspot.es/>

### **Recomendaciones:**

Se recomienda incrementar e invertir en cursos de educación continua dedicados a los docentes del área de ISC.

Es necesario voltear a la necesidad de adquisición de software propietarios en el área de ISC, en específico, para bases de datos, gestores de bases de datos, software para telefonía, teléfonos para prácticas y recursos programables para el área de Redes.

Es importante atender las recomendaciones ya que son necesarias para cubrir requisitos de acreditación de la carrera.

## Referencias

1. Bozu y Canto ( 2009) El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 2, N° 2, 87-97 (2009) . consultado el 9 de mayo del 2014 de <http://tecnologiaedu.us.es/mec2011/htm/mas/3/31/26.pdf>
2. CaberoJ. (2001) Utilización de recursos y medios en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Recuperado Julio 13, 2010, <http://tecnologiaedu.us.es>
3. DGEST (2010). Modelo educativo para el siglo XXI. Formación y desarrollo de competencias
4. Hernández y Córca (S.F. ) Consecuencias sociales de las NTICS. [Lectura ] Pachuca, Hidalgo, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Sistema de Universidad Virtual. Especialidad en Tecnología Educativa. Módulo 1, tema 2.
5. López Acebedo E.H. (s.f). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación: Su impacto en la educación. [Lectura optativa] Pachuca, Hidalgo, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Sistema de Universidad Virtual. Especialidad en Tecnología Educativa. Módulo 1, tema 2.
6. Pere Marques (2012). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones.Revista de investigación editada por Area de Innovación y Desarrollo S.L. Consultado el 11 de Mayo del 2014 de <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-TIC.pdf>
7. Sampieri, Fernández y Baptista (2008). Metodología de la Investigación. Cuarta edición México. McGraw-Hill.
8. UNESCO (2004) las tecnologías de la información y comunicación en la formación docente guía de planificación. Recuperado el Julio 10 de 2010 <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf> (libro digital).
9. Villatoro (2010). Trabajo Terminal para Obtención de Diploma de la Especialidad en Tecnología Educativa. UAEH.

# DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR DESPERDICIOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE MIPYME'S DE DULCES DE LECHE Y QUESO

Mario Alberto Villegas Romero Ing.<sup>1</sup>, ME Lorena Figueroa Ayala<sup>2</sup>,  
Adriana Berenice Gutiérrez Martínez<sup>3</sup>

**Resumen**— La disminución de desperdicios es un reto al que se enfrentan todas las empresas en busca de ser más productivas, el principal problema no está en identificar los desperdicios, si no en identificar las causas que los originan y atacarlas. Es por ello que se desarrolló e implementó un programa para la disminución de desperdicios en MIPYME's productoras de dulces de leche y queso, el cual consiste en herramientas de Ingeniería Industrial orientadas hacia el control del proceso productivo y eliminación de errores durante el mismo. Dicha implementación se llevó a cabo en 2 empresas en la región Altos Norte de Jalisco obteniendo resultados positivos, en las cuales además de mejorar el control de la producción se disminuyeron tiempo, desperdicios y reprocesos

**Palabras clave**— MIPYME's, dulces de leche, queso, desperdicios.

## Introducción

Las mermas, desperdicios, reprocesos y retrabajos constituyen un serio problema para las empresas hoy en día, puesto que son recursos que no se aprovechan de la mejor forma e impactan directamente a la productividad de la empresa. El principal problema no está en identificar los desperdicios, si no en identificar las causas que los originan. El hecho de generar desperdicios genera un impacto, además de lo económico, en lo ambiental, puesto que las empresas deben de consumir mayores recursos para cumplir con su misión. Ante esto es necesario establecer planes de acción para detectar las causas que generan los desperdicios y eliminarlas de raíz.

En el presente proyecto se trabajó en 4 etapas; en la primera se desarrollaron estrategias para diagnosticar y detectar generadores de desperdicios en las áreas productivas de empresas de quesos y dulces de leche de la región. En la segunda etapa se aplicó el diagnóstico a cinco empresas, dos dedicadas a la elaboración de quesos y tres empresas que elaboran dulces de leche. En la tercera etapa se analizó la información recabada y se desarrollaron estrategias generales para identificar y disminuir las principales mermas en el proceso productivo de las empresas analizadas. En la cuarta y última etapa se adecuaron e implementaron las estrategias generales a la medida y tipo de empresa, con la colaboración de un alumno en residencias profesionales. Esta implementación se llevó a cabo en dos empresas, una elaboradora de queso y otra de dulces de leche.

En la etapa de la implementación se desarrollaron formatos de registro, control e indicadores que permitan el monitoreo de las condiciones, para mantener las operaciones dentro de los rangos que se establezcan como permisibles. Además se desarrollaron e implementaron sistemas de control a prueba de errores en la parte crítica del proceso.

Como resultado general se consiguió disminuir los desperdicios generados en las áreas productivas de las empresas de quesos y dulces de leche de la región, con esto se para contribuir a ser más productivas y de bajo impacto ambiental.

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La región Altos Norte es la primera en importancia dentro del estado de Jalisco en la producción de bovinos leche por su nivel productivo y valor de producción representando el 33.8% y 33.4% del total estatal, para poder potencializarla se requiere:

1. La formación de cooperativas tomando como modelos de aprendizaje las organizaciones exitosas.

<sup>1</sup> Mario Alberto Villegas Romero Ing., es Profesor de Ingeniería en el Instituto Tecnológico Superior de Lagos de Moreno, Jalisco. [maral\\_vr@hotmail.com](mailto:maral_vr@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La ME. Lorena Figueroa Ayala es Profesora Investigadora del Instituto Tecnológico Superior de Lagos de Moreno, Jalisco. [lore.figue.2010@gmail.com](mailto:lore.figue.2010@gmail.com)

<sup>3</sup> La C. Adriana Berenice Gutiérrez Martínez es alumna en residencias profesionales de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Lagos de Moreno, Jalisco. [industrial.calidad@hotmail.com](mailto:industrial.calidad@hotmail.com)

2. Instituciones de investigación pública y privada vinculen las necesidades de productores e industriales a lo largo del proceso de la cadena.
3. La difusión de las normas oficiales y lineamientos de sanidad y la coordinación de las campañas sanitarias con las asociaciones ganaderas locales y las uniones de productores.
4. Promover el asociacionismo para el acceso a nuevas tecnologías para la diversificación del producto.

Ante lo anterior descrito se sabe que se cuenta con el potencial para generar empresas productivas y competitivas, sin embargo aunado a algunas de las limitaciones propias de la región, surgen limitaciones internas en las empresas lo cual les impide llegar a serlo. Si nos enfocamos en una rama del sector de productos derivados de leche, es decir; en las empresas de quesos y dulces de leche se puede identificar como uno de los factores más importantes a los desperdicios que se generan durante el proceso productivo. Los desperdicios generados no solo afectan a las empresas productoras, pues también conlleva un impacto ambiental derivado de la falta de aprovechamiento de los recursos. Si bien las filosofías actuales de calidad muestran una clasificación de los desperdicios (manufactura esbelta), cabe resaltar que esto no garantiza la eliminación de las mismas y se debe recurrir a otras herramientas de ingeniería para su control y eliminación.

Con la eliminación sistemática y generalizada de los desperdicios en el proceso productivo se espera tener un impacto tanto en lo económico como en lo ambiental, propiciando con ello un crecimiento en el sector de quesos y derivados de leche.

#### *Referencias bibliográficas.*

La productividad aumenta cuando existe una reducción de los insumos, las salidas permanecen constantes, o un incremento de las salidas mientras los insumos permanecen constantes (Bautista, 2010).

Cada una de las herramientas que se llevaron a cabo en este proyecto fue enfocado principalmente en la eliminación de desperdicios; el cual se define como: Desperdicio: todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción (HAY, 2002).

El objetivo principal es minimizar el desperdicio (Muda), el cual es todo aquello que no agrega valor y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. Se han identificado 7 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura los cuales son:

- a) Defectos y retrabajos: Este es el mayor tipo de derroche el cual es la cantidad de trabajo que necesita volverse a hacer con la consecuente reutilización de los recursos para llevarlo a cabo otra vez. La necesidad de reacondicionar partes en procesos o productos terminados así como reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad. A ello, debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdidas de clientes y ventas.
- b) Procesamiento incorrecto: Son desperdicios generados por fallas en materia de distribución de procesos, disposición física de la planta y sus máquinas, errores en los procedimientos de producción, incluyendo las fallas en materia de diseño de productos y servicios, lo cual no mejoran el producto y se trata de pasos innecesarios o procesamientos de producción-elementos de trabajo que agregan valor al producto.
- c) Sobreproducción: Es el resultado de un exceso de producción originado material procesado o producto final no requerido, a causa entre otros factores de fallas en la previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovecharla, mayor utilización de los costos fijos, lograr un óptimo de producción (menor costo total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.
- d) Inventario: Es el material que se acumula en el lugar de trabajo, entre procesos o como producto final que podría ser entregado al cliente. Tiene muchas razones considerando los inventarios de insumos, inventarios de repuestos, productos en proceso e inventarios de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelga, falta de recepción al término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el aprovechar bajos precios o formar inventarios ante posibles incrementos de precios, son los motivos que originan este importante factor de desperdicio.
- e) Movimiento innecesario: Son todos los desperdicios originados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido a una falta de planificación ergonómica, llamados movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o maquinaria, motivando una menor de producción por unidad de tiempo, además provocando cansancio o fatiga musculares. Una estación de trabajo mal diseñada causa que la persona malgaste energía en movimientos innecesarios al situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado. Las herramientas, los equipos los materiales, las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo deben colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía.

- f) Espera: Se origina por los tiempos de preparación, el tiempo que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de espera de órdenes, el tiempo perdido por reparaciones o mantenimientos, el tiempo de espera de materias primas o insumos y además el tiempo perdido en labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad cuando debe esperar a que otro proceso termine antes de empezar el trabajo.
- g) Transportación innecesaria: Se presenta cuando los materiales, a información, las herramientas o partes no necesarias para a producción Justo a Tiempo se desplazan de un lugar a otro, está vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas y las relaciones sistemáticas entre los diversos sectores productivos, ocasionando gastos por exceso de manipulación originando una sobreutilización de mano obra, transportes y energía así como espacios para los traslados internos.

Con base a estas herramientas y reducción de desperdicios se pretende dar respuesta en aumentar la productividad de la empresa que se define como la búsqueda continua para lograr eliminar el desperdicio es sinónimo de productividad, definida como la capacidad de la sociedad o empresa para usar de forma racional y óptima los recursos de que dispone: humanos, naturales, financieros, científicos y tecnológicos, que intervienen en la generación de la producción para proporcionar los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de sus integrantes, de manera que mejore y eleve el nivel de vida de una persona, clase social o comunidad.

De acuerdo a la NOM-251-SSA-2010 debe existir un formato de registro para el control de entradas y salidas de almacén en donde se debe incluir información como: producto, lote, cantidad y fecha. Así mismo debe realizarse un formato de registro para el control de la temperatura de refrigeración o congelación en donde se debe incluir: fecha, hora, si procede número de equipo de refrigeración o congelación y la medición de la temperatura.

### Comentarios Finales

Con base en los instrumentos desarrollados para el análisis de la primera etapa, se desarrolló el análisis en la segunda etapa en las empresas participantes, durante la tercer etapa se analizó la información y se encontraron dos importantes deficiencias en las empresas: el seguimiento y control que se da a la producción en proceso, así como una deficiencia en la etapa de formulación.

Las empresas que aceptaron participar y permitieron realizar el diagnóstico se enlistan en la tabla 1

Empresa	Giro	Ubicación
A	Dulces de leche	Lagos de Moreno
B	Dulces de leche	Lagos de Moreno
C	Quesos	Lagos de Moreno
D	Dulces de leche	San Juan de los Lagos
E	Quesos	Lagos de Moreno

Tabla 1. Empresas participantes

El principal problema que se identificó en el proceso productivo es que la mayoría de las empresas no identifica ni da seguimiento a la producción en proceso, lo cual provoca que materia prima en transformación se quede rezagada y se genere un desperdicio. Otro de los principales problemas se presenta en la parte de la formulación de las masas, tanto en el queso como en la pasta para el dulce de leche, en esta parte del proceso se detectó que los operadores encargados de esta actividad lo realizan con base en su experiencia y en ocasiones no siguen correctamente la receta para formular la pasta. Con base en este análisis se planteó desarrollar un sistema de control con tarjetas Kanban para mejorar el control de la producción en proceso, en tanto que para atender la deficiencia en la formulación se desarrolló un sistema Poka- Yoke para prevenir errores y garantizar que la actividad siempre sea la misma.

#### Resumen de resultados

En la última etapa del proyecto se aplicaron dos importantes herramientas de ingeniería para la disminución de los desperdicios en el proceso productivo de las dos empresas; por su utilidad y versatilidad se optó por la implementación de un sistema Poka-Yoke y un sistema de tarjetas Kanban.

Empresa de Dulces: Durante el análisis de información se detectó un área potencial para la implementación del sistema Poka-Yoke en la parte de formulación de pasta, en esta área se detectó que los operadores encargados agregan los ingredientes para la elaboración de pasta “al tanteo” solo con base en su experiencia, aunado a esto los materiales

se encuentran fuera del alcance de los operadores de este equipo y se tienen que desplazar hasta donde se encuentran los ingredientes, y en algunos casos si les falta algún ingrediente deben de dar dos o más vueltas. Es por esto que se implementó un sistema a prueba de errores, mediante el cual los trabajadores no fallen en la formulación de la pasta, se evite vueltas innecesarias de los operadores y se estandarice la formulación.



Figura 1. Diseño de poka-yoke

Cabe resaltar que para cada ingrediente se generó un Poka-Yoke (figura 1), se implementaron 5 moldes con medición para que la integración de ingredientes sea siempre la misma y ayudar a estandarizar el proceso.

Para el control y seguimiento de la producción se implementó un sistema de tarjetas Kanban (figura 2), con él se identifica la pasta, su fecha de elaboración y cantidad, para dar un seguimiento a la pasta e identificarla para que la primera que se fabrique sea la primera que se utilice. Una vez que se controló la producción de pasta, se implementó una tarjeta kanban adicional en las cubetas, puesto que la pasta sale de los cajones y se pasa a botes donde se lleva al moldeo de producto, la tarjeta de las cubetas identifica de que cajón se tomó la pasta.

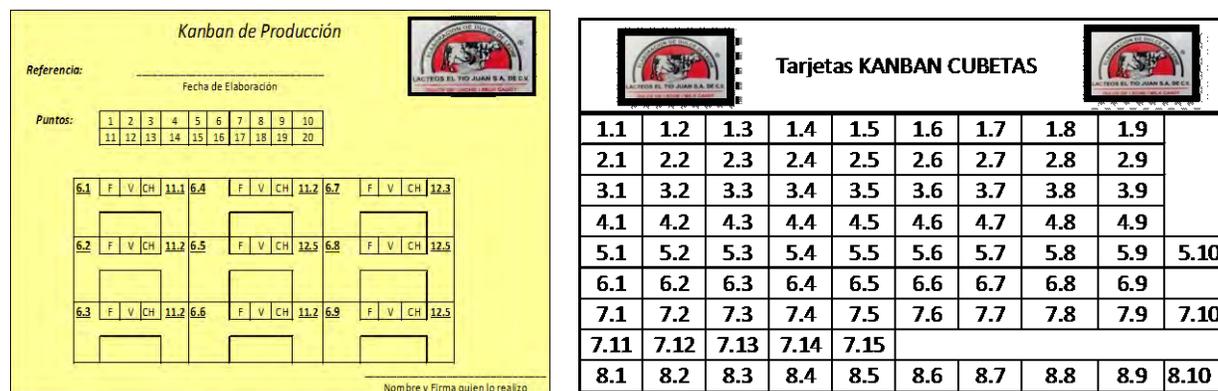


Figura 2. Kanban de producción

Adicional a la implementación de los sistemas se desarrolló un “Manual de la implementación de proyecto”: para asegurar la implementación se desarrolló el siguiente manual para que cualquier nuevo operador lo pueda seguir y garantizar la disminución de desperdicios en esta empresa

Empresa que elabora Quesos: En la empresa que elabora quesos se detectó una problemática similar a la de la otra empresa, es por esto que también se implementará un sistema poka yoke y un kanban adecuado a las necesidades de la misma. En el área de formulación del queso se implementó un sistema poka yoke, para estandarizar las cantidades y evitar el compensar ingredientes por agregar de más a alguna sustancia (figura 3).

Se midieron y pesaron los moldes para establecer las cantidades exactas, además se identificaron con el nombre de la sustancia para evitar cualquier error. Además se identificó para cual tipo de queso se deben de utilizar.



Figura 3. Poka yoke en empresa de quesos

En lo que respecta al sistema kanban se implementa para identificar el producto así como la cantidad de leche que se destina a la elaboración de cada tipo de queso, esto además servirá para generar un indicador de la conversión de litros de leche a kilos de queso (figura 4).

KANBAN DE PRODUCCIÓN			
REFERENCIA:		Fecha de recepción de Leche	
Cantidad de leche:		Litros de Leche	
			
<b>Tipos de Quesos</b>	<b>Litros destinados</b>	<b>Queso Chihuahua</b>	<b>Queso Morral</b>
Queso azadero		<b>Sustancias</b>	<b>Cantidad</b>
Queso Fresco		Suero	
Queso Panela		Nitrato de Sodio	
Queso Chihuahua		Cloruro de Sodio	
Queso Morral		Suero	
Crema		<b>Kg. De Queso</b>	
		<b>Queso Fresco</b>	<b>Queso Panela</b>
		<b>Sustancias</b>	<b>Cantidad</b>
		Cloruro de Calcio	
		Benzoato de Sodio	
		Nitrato de Sodio	
		Cuajo	
		Sal	
		<b>Kg. De Queso</b>	
		Nombre y Firma del que la realiza	

Figura 4. Kan ban de producción en empresa de quesos

### Conclusiones

Los resultados generados en las empresas son por demás satisfactorios; en la empresa productora de dulces de leche se logró una disminución del 100% de los desperdicios generados por la falta de control del producto en proceso y producto terminado, mismo que en algunas ocasiones era de casi el 30% de la producción diaria. En tanto para la empresa de quesos, el control sirvió de base para que los dueños implementaran un sistema informático para el control de la producción y del producto terminado, además con la implementación del sistema Poka Yoke en esta última, se logró incrementar el aprovechamiento de los insumos para la formulación de la pasta para el queso, disminuyendo el desperdicio de los mismos, lo cual se refleja en una reducción del 62% de los costos mensuales de los insumos para la formulación (sin considerar la leche).

### *Recomendaciones*

Al trabajar con las MIPyME's se pueden percibir muchas áreas de oportunidad y deficiencias tanto en los procesos administrativos como en los productivos, un importante área de oportunidad y limitante para este tipo de empresas es la falta de planeación de la producción; las empresas que elaboran dulces de leche trabajan bajo pedido, tratando de mantener mínimos stock de productos debido a la naturaleza de sus productos, sin embargo deben mejorar la organización, pues se detectaron deficiencias en la planeación de los requerimientos de producción, necesidades de mano de obra y pronósticos de venta. En tanto en las empresas de quesos aun pueden mejorar en el control de ventas de producto terminado, al mejorar en esto se pueden generar pronósticos para generar un programa de producción.

### **Referencias**

Plan Regional de Desarrollo 2030, Región 02 Altos Norte

Hay, 2002. "Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva". Bogota. NORMA. Núm 241.

Gutierrez Pulido, Humerto. CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD, Tercera Edición, Mc Graw Hill

NOM-251-SSA1-2009. Secretaría de Salud y Asistencia. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

# Procesamiento matemático aplicado en la educación

Dr. Bogart Yail Márquez<sup>1</sup>, Dr. Sergio Valdés-Pasaron<sup>2</sup>,  
Dr. José Sergio Magdaleno-Palencia<sup>3 4</sup>

**Resumen**— La presente investigación nos mostrará la capacidad que tiene el cerebro, a fin de comprender el procesamiento matemático. Se realiza un análisis completo y dar a conocer los factores que intervienen para el logro del análisis y comprensión de la ciencia abstracta y exacta que son las matemáticas. El objetivo es conocer qué factores influyen en el adolescente, al hacer un procesamiento matemático correcto o erróneo; la utilidad del conocimiento matemático.

**Palabras clave**— Representación numérica, procesamiento matemático, Plasticidad cerebral, docencia.

## Introducción

La principal finalidad de esta investigación es encontrar cuales son los principales factores que intervienen en el aprendizaje, procesamiento y lenguaje matemático en estudiantes.

*El objetivo es conocer el procesamiento de las matemáticas en la vida del estudiante de la infancia a la adolescencia, como lo lleva a la práctica y cuál es la verdadera utilidad de tener un excelente dominio en la asignatura en Matemáticas, viendo consigo la importancia del estudio de esta ciencia y qué factores influyen para que tenga un rendimiento académico favorable, así como también dar respuesta a las siguientes interrogantes ¿Qué zonas del cerebro están encargadas de la tarea matemática?, ¿De qué forma son aprendidas las matemáticas? ¿Las matemáticas son un problema de aprendizaje desde el nacimiento o es en consecuencia a otras causas?*

La forma del aprendizaje puede ser muy dependiente de la cultura y el entorno, el estudio se realizó en la ciudad de Tijuana, pero la problemática para los estudiantes es la misma para el resto del país, puesto que la asignatura es demasiado abstracta e implica un razonamiento lógico-deductivo, por lo tanto el estudiante no le encuentra un sentido lógico y práctico a su vida cotidiana, por consiguiente es preocupante que los alumnos no entiendan o no logren comprender y procesar el lenguaje matemático, por lo que es necesario comprender el porqué de esta situación y que propuestas pedagógicas se pueden sugerir.

Los beneficios que trae consigo el aprendizaje matemático en su procesamiento mental, trabajan los dos hemisferios cerebrales el izquierdo para lo numérico y el derecho para la creatividad y habilidades lingüísticas.

## Descripción del problema

La investigación se lleva a cabo a escuelas secundarias de la ciudad de Tijuana, Baja California, México; esto con el propósito de conocer el procesamiento del lenguaje matemático y que factores intervienen en el mismo, enfocado a alumnos entre 12 a 15 años, entendiendo que actores educativos influyen en el procesamiento educativo de los jóvenes, que por consiguiente repercute en el lenguaje matemático de los mismos.

### *Revisión del conocimiento*

Es en la etapa de la adolescencia en donde se empiezan a transformar los procesos cognitivos que se han formado desde la infancia por lo implica un periodo de transformación cerebral importante. Como señala Beatriz Luna que nos dice que las funciones ejecutivas son funciones que reposan sobre habilidades como la memoria de trabajo y la inhibición de respuestas, y que nos permiten tener un comportamiento voluntario y dirigido hacia objetivos precisos, estos procesos comienzan a madurar en la adolescencia (Beatriz, 2004).

La comunicación en el aula es primordial, puesto que el ambiente que se genera en el salón de clases, genera en los alumnos ya sea un rechazo o un interés por aprender el lenguaje matemático, pero es casi imposible, si solo se maneja este lenguaje de manera abstracta y no se le explica al estudiante la finalidad del porque debe tener un

<sup>1</sup> Dr. Bogart Yail Márquez es Profesor de Docencia en Matemáticas, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Baja California. [bogart@uabc.edu.mx](mailto:bogart@uabc.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Sergio Valdés-Pasaron Universidad Autónoma de Baja California. [s.valdes@uabc.edu.mx](mailto:s.valdes@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. José Sergio Magdaleno-Palencia Universidad Autónoma de Baja California. [sergio.magdaleno@ieaa.edu.es](mailto:sergio.magdaleno@ieaa.edu.es)

<sup>4</sup>

dominio por las matemáticas, por lo tanto es indispensable convertir y darle un sentido apropiado a la asignatura, de acuerdo al lenguaje cotidiano, que están acostumbrados los jóvenes de la actualidad, como nos dice Newton:

“Para resolver un problema referente a números o relaciones abstractas de cantidades, basta con traducir dicho problema del lenguaje cotidiano al idioma algebraico (Newton, 1643-1727)”.

Es por ello que debemos cuidar nuestro lenguaje al momento de impartir una clase de Matemáticas, como nos dice Ortiz Ardilla: “En las matemáticas hay términos técnicos que, utilizados en el lenguaje cotidiano, pueden tener diferentes interpretaciones” (Ardilla, 2002; Ortiz, 2001).

Estas interpretaciones pueden generar el éxito o fracaso de la clase impartida y si esta fue significativa y permanece en el cerebro del estudiante, de manera permanente.

El lenguaje matemático tiene su toque peculiar y único que lo hace diferente a los demás lenguajes utilizados en la vida cotidiana, es el porqué de su complejidad de entendimiento y comprensión en los estudiantes adolescentes a nivel secundaria entre las edades de 12 a 15 años.

Como nos dice Andonegui: “Los contenidos, lingüísticos o matemáticos, pueden ser dotados de significatividad y contruidos por los mismos alumnos a través de la interacción docente - alumno, alumno - alumno” (Andonegui, 2004).

Las matemáticas se han convertido en una necesidad dentro de nuestra sociedad, debido a que son de gran utilidad en la vida diaria o profesional, por lo cual, esto hace obligatorio el estudio y aprendizaje de esta materia; en efecto estudiar matemáticas, la mayoría de los jóvenes la encuentran complicada, y no encuentran su aplicación en su vida.

Los jóvenes que encuentran complicada esta materia se pueden referir a varias variables, y no al factor de complejidad de las matemáticas como la mayoría de los jóvenes las suele ver, tales factores pueden ser, como la falta de concentración, comprensión, disposición del alumno, método de enseñanza del docente entre otras, este último es un punto importante para el aprendizaje de los alumnos debido a que, el docente debe buscar la mejor manera para compartir la información y que esta sea significativa para los alumnos.

Muchos docentes están arraigados con el concepto de mecanización y no a un concepto de un proceso intelectual creativo porque de tal manera se sabe qué; las terminaciones nerviosas que tenemos en las yemas de los dedos estimulan nuestro cerebro. La manipulación de materiales genera una actividad cerebral que facilita la comprensión. “Cuando se entiende y comprende lo que se está aprendiendo se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre” (Antonio, 2010)

“Aprender matemáticas implica un esfuerzo continuo que incluye procesos cerebrales simples como atención, memoria, o procesos mentales más complejos como la organización de ideas, la comparación, el análisis, el razonamiento, seguir pasos, cumplir reglas y realizar toma de decisiones” (Vargas, 2013).

Procesos antes mencionados son necesarios e indispensables para el procesamiento del lenguaje matemático ya que estos generan un esfuerzo mental, provocando cambios tanto en la estructura como en las funciones cerebrales.

Para ir conociendo el procesamiento matemático de los jóvenes desde su niñez, no podemos referir a Piaget, ya que con sus trabajos en el desarrollo de los niños nos permite conocer cómo es que funciona el proceso de aprendizaje en los niños sin atender las regiones cerebrales. Con la nueva tecnología y la integración de nuevos métodos de diagnósticos se han logrado descubrir que partes del cerebro están activas durante el procesamiento del lenguaje matemático tanto innato como adquirido.

En cada área cerebral se cumple una función particular del procesamiento matemático por lo cual si alguna área sufre alguna lesión puede afectar la capacidad de la persona para los procedimientos matemáticos y para aprender conceptos. “El procesamiento matemático depende de un desarrollo armónico de todas las áreas corticales que a su vez depende de un desarrollo psicomotor adecuado. Familia, ambiente, educación, recreación, son claves para garantizar el desarrollo y plasticidad cerebral necesarios para apropiarse de conceptos matemáticos” (Vargas, 2013)

Procesamiento matemático en alumnos de 12 a 15 años de edad:

Es común ver en la actualidad que los estudiantes de secundaria no cuenten con los conocimientos matemáticos necesarios para esta etapa básica de su educación, por ello nos planteamos esta cuestión ¿Cómo es el procesamiento matemático de ellos? ¿Qué aspectos pueden impedir que adquieran conocimientos matemáticos? Entre otras cuestiones, por esto a continuación se plantean posibles variables que se involucran en esta problemática.

- Problemas de aprendizaje del alumno
- Nivel socioeconómico del alumno
- Problemas familiares
- No tiene habilidad matemática

- Cuestiones pedagógicas de la institución
- La escuela no usa herramientas tecnológicas
- Falta de motivación, autonomía, adaptación, paciencia, entre otros, esto por parte del alumno y en ocasiones por parte del docente.

Los alcances y límites que tiene la investigación es determinar y conocer cuáles son realmente los factores que se involucran en el procesamiento matemático en los estudiantes, por consiguiente, plantear propuestas para solucionar esta problemática, que se está generando en los alumnos, esta falta de interés y motivación por aprender e incrementar su lenguaje y habilidad matemática.

Todas las variables intervienen en la investigación, puesto que van relacionadas, por consiguiente al momento de ir haciendo la base de datos, nos dimos cuenta que el procesamiento matemático de cada adolescente depende en su mayor parte de la falta de motivación por aprender, en la actualidad los adolescentes tienen bastantes distractores y una diversidad de factores de óseo, pasando en último término el aprendizaje educativo, por lo tanto las Matemáticas se convierten en sus enemigas y por consiguiente terminan odiándolas y mostrándole apatía a la materia.

Después de que el alumno aprende y comprende la representación numérica y los procedimientos matemáticos, puede llegar a entender lo que es el lenguaje matemático que no es más que nada la traducción del lenguaje a símbolos como nos lo dice Ospitaletche y Martínez(2012):

“La expresión “lenguaje de la matemática” se maneja en general simplemente para la descripción de lo que es el conjunto de los símbolos en que se presenta la propia matemática, es decir, funciona como un saber auto contenido”

El lenguaje matemático es un proceso difícil de comprender, pero puede ser muy útil para la resolución de problemas tal como lo dice el CIVE (2005):

“La traducción del lenguaje cotidiano al lenguaje matemático es un proceso mental que conduce a convertir un problema opaco de la realidad en un problema clarificado matemático, de modo que resolviendo éste se consiga una solución”.

### Descripción metodológica

El procesamiento matemático es un concepto que venimos manejando desde la infancia, esto en la educación básica: primaria. Lo importante es conocer porque al llegar a secundaria es difícil obtener buenas notas en matemáticas ¿algo hicimos mal antes de llegar a esta etapa? ¿No aprendimos de forma adecuada lo básico de matemáticas? La respuesta a esta interrogante es que, simplemente no aprendimos lo básico, aritmética. Esta es la rama de las matemáticas que da apertura a las demás, es decir, un educando se verá con dificultades en geometría, algebra, probabilidad, si es que no tiene como base la aritmética. Bien lo dice Orantica en su artículo Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas ‘Por decirlo de otra manera, las operaciones básicas deberían estar al servicio de la resolución de problemas y no al contrario, como generalmente se ha enfocado la enseñanza de la aritmética al utilizar los problemas como un mero ejercicio de las operaciones; esto es, el alumno aprendía a sumar y resolvía numerosos problemas de sumas con el fin de ejercitar la operación hasta llegar a automatizarla’ (Orrantia, 2006).

Las operaciones básicas están dentro de la aritmética y estas, en nuestra experiencia como practicantes de docencia de la matemática, hemos notado que los alumnos de 12 a 15 años, no pueden resolver operaciones como sumar, restar, dividir multiplicar números enteros y decimales. Por ello es preocupante este tema, pues como podrán avanzar sino cuentan con los conocimientos básicos, es por eso que en nuestra investigación nos decidimos en buscar esas variables o factores que intervienen en un mal procesamiento matemático, viéndolo de diversos contextos: familia, escuela y alumno.

En la parte de selección de la muestra nos detuvimos a analizar qué nivel educativo queríamos investigar y en qué zona de Tijuana, deducimos que es la etapa de la adolescencia, donde existen mayores cambios tanto físicos como mentales, por consiguiente, elegimos basar la investigación a nivel secundaria en los tres niveles educativos, con ello entender cómo funciona el procesamiento del lenguaje matemático en esta etapa de desarrollo.

### Análisis de datos

La elección de la población fue en distintas secundarias discriminando estatus sociales, se tomaron 550 alumnos en total, de los cuáles fueron encuestados, utilizamos diversos instrumentos como lo son diarios de campo, en los

cuales íbamos anotando las observaciones tanto cualitativas como cuantitativas, para que nuestra investigación nos arroje resultados factibles y viables, otros de los instrumentos que utilizamos fueron las encuestas que fueron aplicadas a alumnos de los tres grados de nivel secundaria turno matutino, además nos informamos con fuentes confiables de educación enfocadas al tema a tratar, que nos ayudaron a tener una mejor visión y por último se realizaron pruebas utilizando un Encefalograma con sistema 10-20, para medir es una exploración neurofisiológica que se basa en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral en condiciones de memoria , aprendizaje en corto y largo plazo.

Existen artículos médicos donde mencionan que el análisis del rendimiento de algunos pacientes neurológicos en distintas pruebas diseñadas para evaluar diferentes capacidades cognitivas puede proporcionar información valiosa para establecer el grado de independencia entre la capacidad numérica y otras capacidades básicas. Lo que sugieren una relativa independencia del sentido numérico con respecto al lenguaje, al razonamiento general y a la memoria.

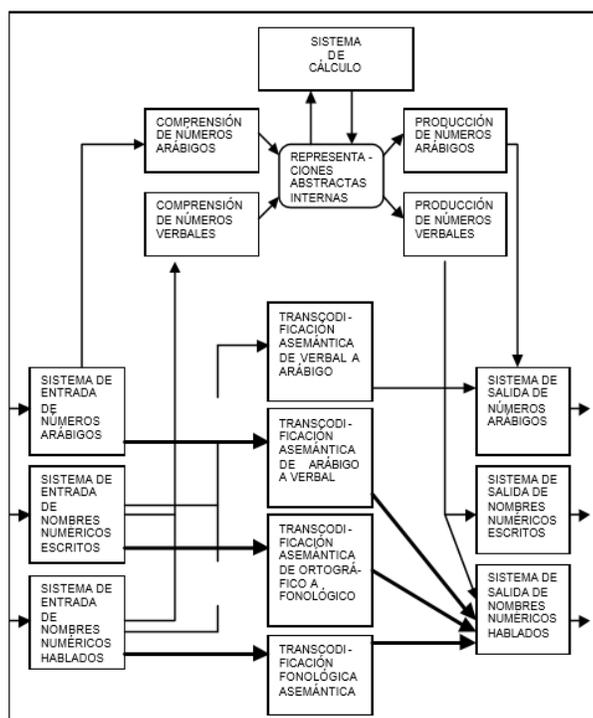


Figura 1. Modelo de Cipolotti. A partir del modelo de McCloskey se han añadido rutas asemánticas de cambio de código, representadas por las líneas de puntos y de trazo grueso (Cipolotti 1995).

Estos modelos neuropsicológicos están proporcionando un conocimiento cada vez más acertado de la implicación de distintas áreas cerebrales en el procesamiento de la información numérica. Esta topografía cerebral de la aritmética, aún muy básica permite afirmar, que el sentido numérico se asocia al lóbulo parietal inferior y que la resolución de cualquier tarea aritmética, por simple que sea, no supone la activación de una única área cerebral, sino la participación de varias áreas, las implicaciones educativas que se derivan de este cuerpo de conocimientos da pie a un nuevo enfoque educativo, que se ha dado en llamar 'educación basada en el cerebro' (D. Alonso 2001).

Para el análisis de datos se utilizaron encuestas, sobre la percepción del estudiante en las matemáticas y utilizando un EEG, resolviendo algún problema aritmético y de cómo aprende una nueva fórmula por aprendizaje o por memoria.

Las impresiones que se llevan los jóvenes no fueron extrañas, al contrario, son reacciones que de antemano ya las conocíamos, pero ¿qué hacer para cambiar esto?, esta es una pregunta que se debe cambiar, para que la asignatura sea recibida con gusto para tener un mejor aprendizaje.

Existen distintos modelos de circuitos cerebrales implicados en el cálculo y en el procesamiento numérico, Modelo de McCloskey, Modelo de código triple, Modelo de Cipolotti, Modelo de Cuetos y Miera, sin embargo, como reconocen los autores, no tienen suficientes datos de investigación para plantear la cuestión si las rutas asemánticas son o no necesarias.

### Conclusiones

Los resultados que arrojó la investigación fueron eficaces y nos ayudaron a plantear propuestas efectivas para incrementar en los jóvenes adolescentes la motivación por aprender y procesar de manera eficaz la información y lenguaje matemático. Gracias a los instrumentos aplicados pudimos confirmar algunas hipótesis que teníamos sobre el tema. Se pudo observar como el contexto que rodea al alumno puede afectar su procesamiento ya sea para bien o para mal. Para esto, existen infinidad de herramientas útiles para el aprendizaje matemático, solo es cuestión de encontrar las que mejor se adecuen de acuerdo al contenido que estamos trabajando. Hoy en día, la tecnología nos abre otro panorama en educación para todos los niveles, refiriéndonos específicamente en neurociencia aplicada en matemáticas. Es importante resaltar que existen investigaciones que resaltan que el hemisferio izquierdo es el principal para las matemáticas, donde se encuentran los cálculos exactos, pero en nuestro estudio no queda bien definido si realmente sea el izquierdo ya que la actividad cerebral haciendo cálculos aritméticos por muy básicos que sean ambos hemisferios están en actividad. La clasificación de las áreas que se desarrollan a lo largo de nuestra vida se desarrolla las habilidades motoras, primeramente, de oído y en corto tiempo la del habla, seguidas las habilidades de sociabilización inconscientemente se está aprendiendo las matemáticas, es desde ahí donde parte nuestro saber matemático.

### Referencias

- Andonegui. (2004). El desarrollo del pensamiento Lógico.
- Antonio, F. B. J. (2010). Neurociencia y Enseñanza de la Matemática.
- Aragón, E., Castro, C., Gómez B. Y GONZÁLEZ, P. (2009). . Objetos de Aprendizaje como resultados didácticos para la enseñanza de matemáticas. Revista de Innovación Educativa.
- Beatriz, L. (2004). Cerebro, cognición y matemáticas. 437-438.
- Campos, Y. C. (2003). Estrategias didácticas apoyadas a la tecnología 1-12.
- Cipolotti L, Butterworth B. Toward a multiroute model of number processing: Impaired number transcoding with preserved calculation skills. *J Exp Psychol* 1995; 124: 375-90.
- D. Alonso, L.J. Fuentes (2001). Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático. *REV NEUROL* 2001; 33 (6): 568-576.
- Magister Adriana Andreone, C. D. B. "Plataformas educativas en Internet - Condicionantes tecnológicos culturales". *Tecnología educativa*, 1-11.
- Molina, D. E. C. (2011). La práctica docente: una oportunidad de desarrollo profesional 50, 77-95.
- Mota, Á. D. L. y., Pineda, D. P. R., & Pedroza, M. X. B. (2004). ¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente? , 699-719.
- Orrantia. (2006). Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una presepectiva evolutiva. . [Revista Psicopedagógica] volumen 23..
- Vargas, V. (2013). Matemáticas y Neurociencias. 37-46.

# Electromiografía como interpretación gesticular para el lenguaje de señas

Dr. Bogart Yail Márquez<sup>1</sup>, Dr. Arnulfo Alanís<sup>2</sup>,  
Dr. José Sergio Magdaleno-Palencia<sup>3</sup>

**Resumen**— Existe un lenguaje de señas o lengua de signos, por medio de expresiones realizadas con las manos donde se desarrolla una configuración gesto-espacial para establecer un canal de comunicación, utilizado por personas con alguna discapacidad como sordomudos entre otros. El presente documento tiene como objetivo presentar la factibilidad del uso de las señales electromiografías como un traductor de lenguaje de señas, con el objeto de que las personas que no puedan hablar utilicen este traductor electrónico y por medio de un Smartphone puedan comunicarse sin necesidad de que los receptores conozcan tal lenguaje.

**Palabras clave**— electromiografía(EMG), lenguaje de señas, Myo, educación inclusiva.

## Introducción

Primeramente “Podemos definir la discapacidad auditiva como un déficit total o parcial en la percepción auditiva que afecta fundamentalmente a la comunicación” (Garzon-Perez 2010). En la actualidad la forma de abordar la discapacidad ha cambiado radicalmente, históricamente siempre ha existido una discriminación hacia las personas con cualquier discapacidad (Garzon-Perez 2010). De acuerdo al censo poblacional del 2010, las personas que tienen algún tipo de discapacidad es de 5 millones 739 mil 270, lo que representa 5.1% de la población total (INEGI 2010). En México los casos de sordera superan los de parálisis cerebral y síndrome de Down. Alrededor de 6 mil nacimientos por año reportan niños con alteraciones auditivas de diferente grado.

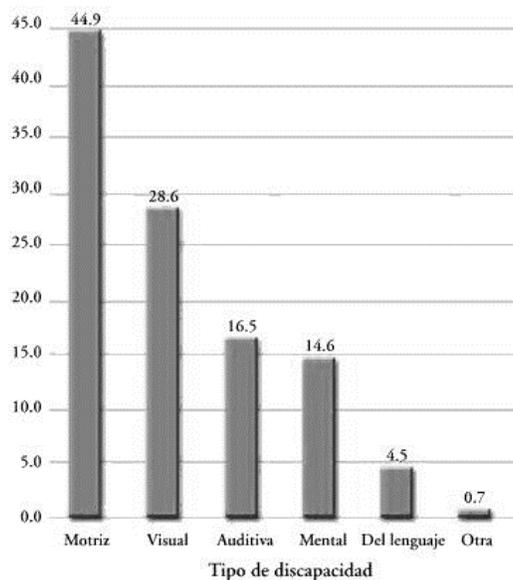


Figura 1 Tipo de discapacidad según el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

En el ámbito educativo la inclusión no tiene que ver sólo con el acceso de los alumnos con alguna discapacidad a las escuelas comunes, si no darles las herramientas o instrumentos necesarios para minimizar las barreras que

<sup>1</sup> Dr. Bogart Yail Márquez, Profesor Investigador, Departamento de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Tijuana. [bogart@tectijuana.edu.mx](mailto:bogart@tectijuana.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Arnulfo Alanís, Profesor Investigador, Departamento de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Tijuana. [alanis@tectijuana.edu.mx](mailto:alanis@tectijuana.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. José Sergio Magdaleno-Palencia, Profesor Investigador, Departamento de Sistemas y Computación, Instituto Tecnológico de Tijuana. [jmagdaleno@tectijuana.edu.mx](mailto:jmagdaleno@tectijuana.edu.mx)

limitan el aprendizaje (Luna-Kano 2013). Al año, en México nacen 2 mil 400 niños con sordera y sólo 10% recibe educación especial.

Actualmente, en el marco de la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad, se promueve: “proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente”. Por ello se busca una tecnología accesible que puedan portar personas que esta discapacidad.

### Señales bioeléctricas EMG.

Existe distintos desarrollos tecnológicos donde con uso de software pueden convertir la voz en texto y su vez a un lenguaje de señas para sordos, utilizando un principio tecnológico relativamente conocido como avatar tridimensional, que funciona como un intérprete virtual, hasta ahora puede interpretar hasta 300 señas (Camacho 2010).

A diferencia de otras investigaciones, el propósito de esta investigación es crear es un traductor de señas a un lenguaje de texto, nuestro objetivo es usar las señales de electromiografía de los antebrazos para así interpretar los gestos realizado con las manos y a su vez conviertan el dato de electromiografía, en una palabra.

La electromiografía convencional fue introducida por Adrián y Bronk en 1929. Uno de los primeros reportes clínicos del estudio de enfermedades neurológicas con este método lo realizó Weddel en 1944. El registro de las variaciones de voltaje producidas por las fibras musculares como expresión de la despolarización de sus membranas, es el objeto de estudio de la electromiografía (Álvarez Fiallo, Santos Anzorandia et al. 2006) (Koike, Nakakoji et al. 2006).

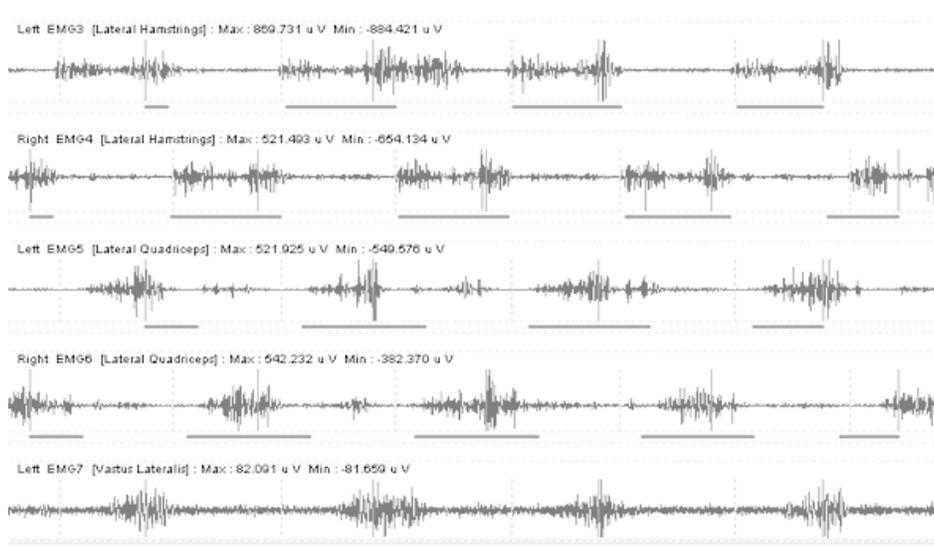


Figura 2 El análisis de EMG utilizando técnicas de transformada de Fourier utilizando MATLAB (Motion Lab Systems 2016).

Como se muestra en la figura anterior los datos de EMG son datos crudos, sin promediarse, el parámetro de medida está en micro voltios (Fred Clark 2013). Existe distintos tipos EMG.

Noraxon EE.UU. Inc. Es líder en la fabricación y distribución de EMG, análisis de la marcha, el biofeedback y el análisis de movimiento 2D/3D, que permite un acercamiento único al análisis y concepto de la terapia, para clínica y aplicaciones de investigación. Esta tecnología es utilizada para supervisar la actuación de los atletas, los investigadores y los médicos especializados en lesiones musculares y de rehabilitación, y para estudios de la ergonomía en lugares de trabajo y diseño (Noraxon 2016).

PhysioNet ofrece acceso a Internet gratuito a las grandes colecciones de señales fisiológicas registradas

(PhysioBank ) y de código abierto relacionados con software (PhysioToolkit). Cada mes, alrededor de 45.000 visitantes de todo el mundo utilizan PhysioNet, almacenando cerca de 4 terabytes de datos.

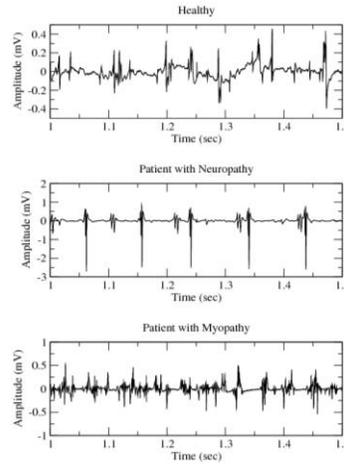


Figura 3 Comparación de electromiografías de una persona saludable y pacientes con algún padecimiento.

El cálculo de las señales crudas que se visualizan por EMG el uso de series de Fourier la cual se descomponen en funciones periódicas de la suma de funciones oscilantes simples, como senos y cosenos (o exponenciales complejos). Las series de Fourier tienen la forma:

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ a_n \cos \frac{2n\pi}{T}t + b_n \sin \frac{2n\pi}{T}t \right] \tag{1}$$

Donde  $a_n$  y  $b_n$  se denominan coeficientes de Fourier de la serie de Fourier de la función  $f(x)$ .

Es importante considerar la aplicación de las series de Fourier, ya que sirven en el procesamiento digital de señales. La señal resultante se llama señal digital, está a diferencia de la señal analógica es una señal que esta discretizada en el tiempo y cuantificada en magnitud. Esta señal es traducida a una letra o palabra en lenguaje de señas (Kim, Mastnik et al. 2008).

El uso de un EMG como traductor gesticular debe ser usado por personas que estén saludables desde la fascia braquial (Kerber, Lessel et al. 2015).



Figura 4 Anatomía del antebrazo derecho

### Electromiografía como interpretación gesticular.

En este trabajo propone utilizar el dispositivo Myo que tiene sensores de electromiografía (EMG) para la detección de actividades eléctricas de diferentes partes de los músculos del antebrazo; también tiene un giroscopio y un acelerómetro. Los sensores EMG pueden detectar y proporcionan datos muy claros sobre el movimiento de los músculos en comparación con otros tipos de sensores. El brazalete envía datos de EMG, giroscopio, acelerómetro y los sensores a un ordenador a través de Bluetooth y utiliza estos datos para interpretar una letra o palabra, con el giroscopio y acelerómetro podemos medir la posición del brazo.



Figura 5 Uso del brazalete para realizar expresiones en lenguaje de señas

El brazalete Myo(Thalmic\_Labs\_Inc 2016) detecta la actividad eléctrica en los músculos del antebrazo. El antebrazo humano tiene diferentes tipos de músculos, cada uno de los cuales tiene una disposición diferente, y estos músculos que controlan los movimientos de la muñeca, como mover los dedos, haciendo un puño, girando a la izquierda o la derecha, etc. El brazalete Myo tiene ocho partes, cada uno de los cuales puede detectar estas actividades eléctricas en cada parte del antebrazo. El utilizar este tipo de hardware tiene muchas ventajas en comparación con otros tipos de sensores, ya que se puede llevar en la mano sin cables, se conecta con otros dispositivos o un ordenador a través de Bluetooth, y es muy cómodo. Además, el sensor de electromiografía (EMG) del brazalete tiene un sensor de giroscopio y un acelerómetro]. Otra ventaja de este dispositivo es que, a pesar de las diferencias de tamaño entre cualquier usuario se puede adaptar el brazalete a cualquier persona.

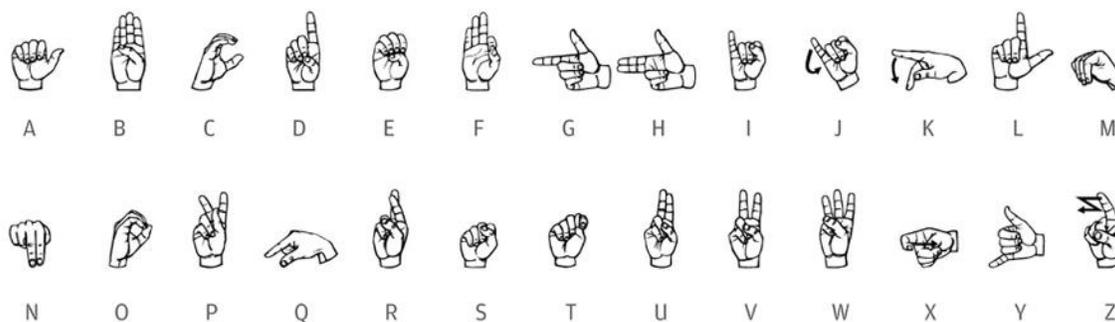


Figura 6 Lenguaje de señas del alfabeto.

Para gesticular una letra el brazalete captura los datos de EMG, el giroscopio y acelerómetro y se analiza para entender qué partes de los músculos del antebrazo se activan en cada gesto de muñeca. Los datos obtenidos de los sensores se utilizan para traducir una letra. Los datos de datos de giroscopio y acelerómetro también se utilizan para obtener la posición del brazo en el espacio.

La mayoría de los sistemas de control de movimientos siguen utilizando cámaras para detectar movimientos, que pueden tener un margen de error mucho mayor debido a las malas condiciones de iluminación, distancia y obstrucciones simples.

Utilizando el brazalete la captura de información sobre los gestos directamente de los músculos de los brazos y no de una cámara, evita estos problemas y funciona con dispositivos que no se requieren de ningún tipo de cámara.

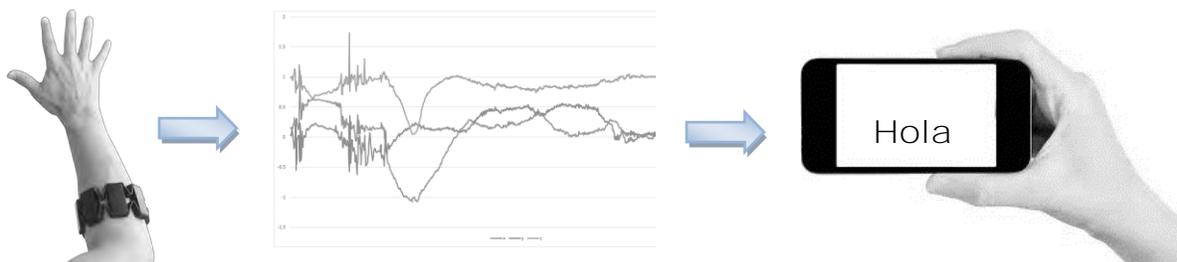


Figura 7 Traducción gesticular.

### Conclusiones

Existen guantes que traducen el lenguaje de sordomudos y distintos aparatos con uso de cámaras y reconocimiento corporal. Pero el uso de esta tecnología puede ser más accesible a la población en general, por lo que puede ayudar a miles de personas a poder comunicarse, sin necesidad de conocer el lenguaje de señas; también para trabajos futuros se puede ser que cualquier persona pueda descargar la aplicación y pueda entender a una persona con la discapacidad realizando señas para comunicarse.

Existen muchos desafíos que enfrentan las personas discapacitadas y sobre todo en la educación inclusiva, por lo que estamos desarrollando metodologías y algoritmos que puedan realizar las tareas de traducción gesticular y facilitar herramientas accesibles a personas con este tipo de discapacidad.

### Referencias

- Álvarez Fiallo, R., C. Santos Anzorandia and E. Medina Herrera (2006). "Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico." *Revista Cubana de Medicina Militar* 35: 0-0.
- Camacho, I. (2010). "Tecnologías del habla y análisis de la voz. Aplicaciones en la enseñanza de la lengua." *Diálogo de la Lengua* 2: 1-41.
- Fred Clark, J. (2013). Myoelectric transradial prosthesis prototype with intuitive single-grasp capability. *Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. Rhodes, Greece, ACM: 1-7.
- Garzon-Perez, T. (2010). "Recursos técnicos para el alumnado con discapacidad auditiva." *Innovación y experiencias educativas* 29. INEGI (2010).
- Kerber, F., P. Lessel, A. Kr, #252 and ger (2015). Same-side Hand Interactions with Arm-placed Devices Using EMG. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Seoul, Republic of Korea, ACM: 1367-1372.
- Kim, J., S. Mastnik, E. Andr and #233 (2008). EMG-based hand gesture recognition for realtime biosignal interfacing. *Proceedings of the 13th international conference on Intelligent user interfaces*. Gran Canaria, Spain, ACM: 30-39.
- Koike, Y., K. Nakakoji and Y. Yamamoto (2006). Tele-kinesthetic interaction: using hand muscles to interact with a tangible 3D object. *ACM SIGGRAPH 2006 Emerging technologies*. Boston, Massachusetts, ACM: 33.
- Luna-Kano, M. d. R. (2013). "Tecnología y discapacidad: Una mirada pedagógica " *revista digital universitaria* 14(12).
- Motion Lab Systems, I. (2016).
- Noraxon. (2016). from <http://www.noraxon.com/>
- Thalnic\_Labs\_Inc. (2016). "Myo." from <https://www.myo.com/>.

# Diseño y desarrollo de una base de datos para un sistema de administración de recursos bibliográficos en instituciones educativas de nivel superior

Lic. Lorena Zamora Velázquez<sup>1</sup>, M. en C. José Juan Hernández Mora<sup>2</sup>, M. en C. María Guadalupe Medina Barrera<sup>3</sup>,  
Mtra. Astrid Ariadna Fernández Torres<sup>4</sup>

**Resumen**— Este trabajo tiene como objetivo el diseño y desarrollo de una base de datos para un Sistema de Administración de Recursos Bibliográficos dirigido a instituciones educativas de nivel superior, específicamente tesis creadas por alumnos de estas instituciones. Puesto que no se tiene un sistema automatizado para el préstamo o publicación de tesis, y debido a la tendencia actual que tiene la información de ser en forma digital, surge la necesidad de crear un sistema que le permita a dichas instituciones poder administrar en forma digital sus productos académicos bibliográficos y ponerlos en línea. Para esto antes se requiere el diseño y desarrollo de la base de datos, la cual se hizo con un sistema de base de datos a través de una metodología ágil. Esta base de datos permite que se almacenen los recursos bibliográficos, lo que mejorará el control y distribución de los mismos y se almacenaran los usuarios con sus respectivos datos y contraseñas que les permitirán tener acceso al sistema.

**Palabras clave**— Sistema de base de datos, Sistemas de información digital, Ingeniería del software

## Introducción

Actualmente, las bases de datos son parte esencial de distintas áreas en las que se requiere manejar grandes volúmenes de datos de forma organizada y computarizada, puesto que estas permiten tanto registrar gran cantidad de datos así como la consulta de los mismos de manera rápida. Crear una base de datos para un sistema de administración de documentos digitales permite un ahorro en papel, pues al estar estas de manera digital no solo contribuye al medio ambiente, también contribuye al ahorro de espacio, independencia de los documentos, acceso eficiente a los archivos, integridad y seguridad de la información y mejor administración.

Una base de datos que para una aplicación web diseñada para la administración permite una más amplia difusión del material bibliográfico hacia un mayor número de usuario en línea, así como una gestión eficiente en forma remota de dichos documentos que conforman el recurso bibliográfico. Al desarrollar un software es indispensable hacer uso de los elementos y herramientas necesarias para su implementación, que den la confianza de que el trabajo realizado sea de calidad, cumpliendo con los plazos establecidos en tiempo y forma, correcta administración del recurso, realizando cada etapa de manera satisfactoria, se asegura que se cumple con los requisitos del cliente y que quede conforme con el trabajo entregado.

## Antecedentes

### *Ingeniería del software*

La ingeniería de software engloba procesos, métodos y herramientas, lo que permite obtener sistemas complejos basados en computadora en el tiempo establecido y con la calidad requerida. Desarrollar software consta de 5 actividades estructurales: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue. Las actividades mencionadas se emplean en todos los proyectos de software. Llevar a cabo la práctica de la ingeniería de software es idónea para resolver problemas, puesto que sigue una serie de principios fundamentales (Sommerville, 2011).

### *Aplicaciones Web*

Para comprender que es una aplicación web (web-based application) hay que tener en claro que se trata de una aplicación del tipo cliente/servidor, en el que el cliente (navegador o explorador de internet) al igual que el servidor

<sup>1</sup> Lic. Lorena Zamora Velázquez estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco, [Lorena-zamora@hotmail.com](mailto:Lorena-zamora@hotmail.com)

<sup>2</sup> M. en C. José Juan Hernández Mora profesor investigador de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco, [jhmora@itapizaco.edu.mx](mailto:jhmora@itapizaco.edu.mx)

<sup>3</sup> M. en C. María Guadalupe Medina Barrera profesora investigadora de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco, [lupita\\_medina@hotmail.com](mailto:lupita_medina@hotmail.com)

<sup>4</sup> Mtra. Astrid Ariadna Fernández Torres investigadora del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, [astrid\\_00@live.com.mx](mailto:astrid_00@live.com.mx)

(el servidor web) y el protocolo a través del cual se comunican (HyperText Transfer Protocol (HTTP)) se encuentran normalizados y no tienen que ser hechos por el programador de aplicaciones (Luján, 2001).

### Sistema gestor de bases de datos

Un sistema gestor de base de datos (SGBD), no es otra cosa que una colección de datos relacionados entre sí, así como una serie de programas que permiten el acceso a estos datos. La colección de datos, generalmente llamada base de datos, contiene información de suma importancia para una empresa u organización. El objetivo principal de un SGBD es el de otorgar una manera de recopilar y recobrar la información de una base de datos de tal forma que sea tanto práctica como eficiente. Los sistemas de bases de datos se crean para administrar enormes volúmenes de información. La administración de los datos involucra tanto la definición de estructuras para recopilar información como el suministro de mecanismos para el manejo de información almacenada, aún en las caídas del sistema o de los intentos de acceso no autorizados. A pesar de que los datos vayan a compartirse entre diferentes usuarios, el sistema debe impedir en la medida de lo posible resultados extraños. (Silberschatz, Korth, & Sudarshan, 2006)

### Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, que suelen ser nombradas TIC, son tecnología que favorece el tratamiento de la información y el proceso de comunicación, que tienen gran importancia en la sociedad actual debido a que se hace uso de ellas en diversas actividades de la vida diaria satisfaciendo a muchas necesidades (Baolo & Cantón, 2009).

## Metodología Propuesta

La metodología propuesta que se emplea para el desarrollo de este software se muestra en la figura 1. En dicho modelo el proceso de producción de software se realiza en iteraciones (bloques temporales) e incrementos, cada iteración representa un avance en el proyecto (un incremento). En este modelo se toman en consideración cuatro etapas por iteración para el desarrollo general del sistema, la primera etapa se toman en cuenta los requisitos del cliente los cuales se analizan y comprenden para saber lo que se debe hacer, al igual que se establecen las herramientas de comunicación a través de internet que se emplearán para la comunicación de los equipos de trabajo remotos, la segunda etapa se refiere al diseño de esa iteración, la tercer etapa se refiere a la realización y pruebas del código, en la última etapa se realizan la integración de la iteración y su implementación dentro del sistema.



Figura 1. Metodología propuesta

### Desarrollo de la metodología

A pesar de encontrarse geográficamente separados los dos (Baelo & Cantón, 2009) equipos que participaron en de desarrollo, fue importante la existencia de una única reunión inicial cara a cara, para conocer a todos los integrantes y así como los requisitos del cliente, como punto de partida, todo quedó registrado en documentos que se compartieron a través de internet hacia todos los integrantes. Los requisitos por parte del cliente los cuales se obtuvieron a partir de una entrevista de manera general se mencionan a continuación:

1. Se requiere que cada usuario se identifique dentro del sistema con nombre de usuario y contraseña, con cuatro niveles de usuarios: Administrador, Jefe del centro de información, Operador y Visitante. Cada usuario con distinto tipo de acceso al sistema.
2. Administrar (altas, modificación, bajas) de usuarios.
3. Administrar (altas, modificación, bajas) de tesis.
4. Realizar consultas del material bibliográfico.
5. Generar diversos reportes por: consultas realizadas y material bibliográfico.

### Etapa 1. Comprensión

En esta etapa para la parte de análisis se utilizaron diagramas UML en los que de forma gráfica se presentan las funciones del sistema, la figura 2 muestra un diagrama de casos de uso que nos proporciona un panorama general del sistema en el cual podemos identificar de manera sencilla a cada uno de los usuarios con sus actividades correspondientes, esto en base a los requerimientos generales del cliente.

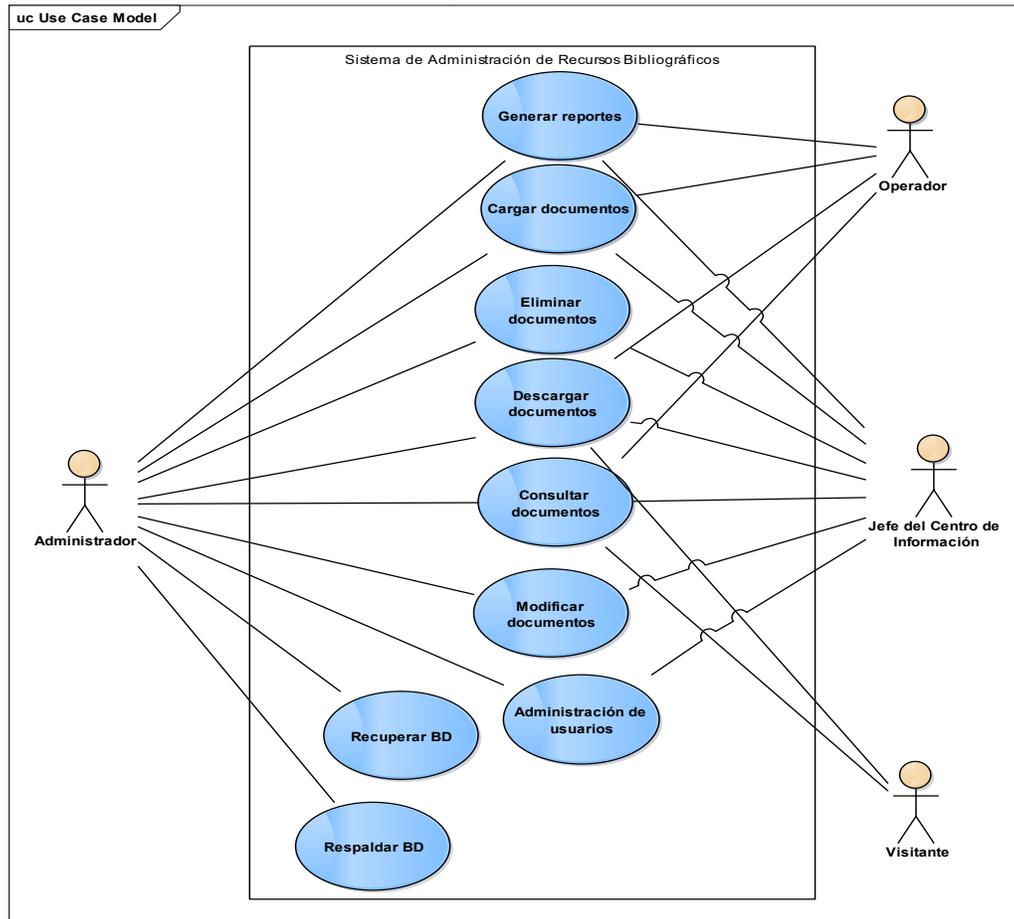


Figura 2. Panorama general del sistema

### Etapa 2. Modelado

Tomando en cuenta que la base de datos a desarrollar corresponde a una aplicación web, se propone la arquitectura cliente/servidor, puesto que nos permite la separación de funciones.

La arquitectura cliente/servidor se describe en la figura 3. Se divide en 3 niveles definidos en 1: Lógica presentación, 2: Lógica de negocio y 3: Lógica de datos (Luján, 2001).



Figura 3. Patrón cliente/servidor

El nivel 1 del sistema es la parte que se presenta al usuario final, esto es la lógica de presentación en la cual se muestran menús, formularios, la presentación de datos, está la parte que facilita la interacción del usuario con el sistema. Se tienen 4 menús según el nivel de acceso:

- Administrador
- Jefe del centro de información
- Operador
- Visitante

En el nivel 2 que es la lógica de negocio en la cual están todos los programas que serán ejecutados, estos reciben las peticiones de los usuarios y mandan las respuestas al nivel 1: lógica de presentación.

La lógica de datos es la encargada de llevar a cabo las transacciones con la base de datos, este nivel involucra:

- Altas, bajas, modificaciones.
- Consultas

### Nivel 1: Lógica de presentación al usuario

Por medio de un diseño de interfaz de usuario se propone el diseño de la figura 4.



Figura 4. Diseño general de la interfaz de usuario

**Nivel 2: La lógica de negocio.**

En base a los requerimientos del cliente, en este nivel se encuentran las distintas funciones que contiene el sistema considerando los diferentes tipos de usuarios, las cuales se pueden apreciar en la Tabla 1.

Funciones	Niveles			
	Administrador	Jefe del C.I.	Operador	Visitante
<b>Administración de usuarios</b>				
F1. Generar altas	✓	✓		
F2. Generar bajas	✓	✓		
F3. Generar modificaciones	✓	✓		
F4. Generar consultas	✓	✓		
<b>Tesis</b>				
F5. Generar altas tesis	✓	✓	✓	
F6. Generar bajas tesis	✓	✓		
F7. Generar modificaciones tesis	✓	✓		
F8. Realizar consultas tesis	✓	✓	✓	✓
F9. Realizar descargas tesis	✓	✓	✓	
F10. Generar reportes	✓	✓	✓	
<b>Seguridad</b>				
F11. Recuperar base de datos	✓			
F12. Respaldar base de datos	✓			

Tabla 1. Funciones generales del sistema.

**Nivel 3: La lógica de datos.**

El nivel 3, que es la lógica de datos en la cual se llevan a cabo las transacciones a las tablas de la base de datos, el diseño general se puede visualizar en la figura 5.

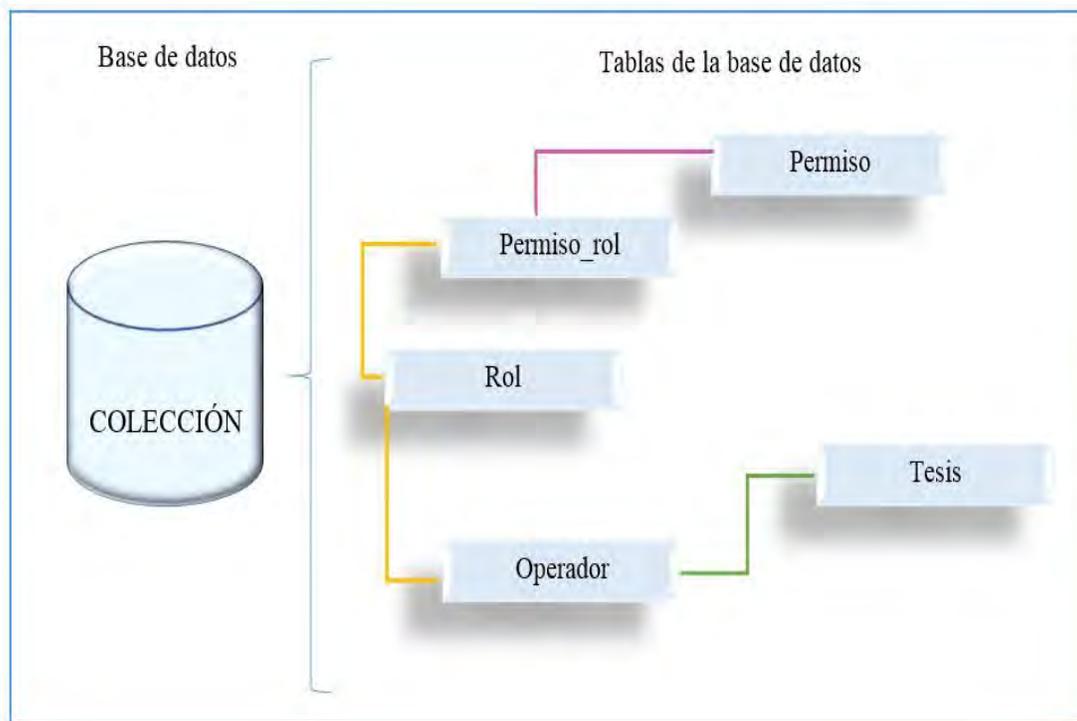


Figura 5. Base de datos COLECCIÓN

Las transacciones que se efectúan en las tablas de la base de datos son: altas, bajas, modificaciones y consultas, por medio de dichas transacciones se da respuesta a la capa de gestión de peticiones.

### **Conclusiones**

El diseño y desarrollo de esta base de datos ha permitido satisfacer los requerimientos del cliente para el sistema de administración de recursos bibliográficos en instituciones educativas de nivel superior, el cual ayuda a administrar de manera eficiente las tesis realizadas por el Instituto Tecnológico de Apizaco y del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, hasta este punto es una primera versión de lo que será el sistema final, en sus posteriores iteraciones. La aplicación de la metodologías propuesta y de las diferentes tecnologías web hacen viable que el sistema se vaya desarrollando de manera propicia, es importante en todo momento tomar en cuenta con sumo cuidado y atención los requerimientos por parte del cliente, y que este se mantenga en comunicación con los equipos de desarrollo a lo largo del proceso de elaboración del sistema, lo que asegura un producto de software final que cumpla con la función para la cual es desarrollado.

### **Referencias**

Baelo, R., & Cantón, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión. Revista Iberoamericana de Educación.

Luján, S. (2001). Programación en Internet: Clientes Web. España: Editorial Club Universitario.

Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2006). Fundamentos de base de datos. Quinta Edición. España: McGraw- Hill.

Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software. México: Pearson Educación.

# APLICACIÓN DEL SISTEMA DE RUTAS PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN EL VALLE DE CINTALAPA DE FIGUEROA, CHIAPAS

Zavala Zavala, Jose de Jesús MIA<sup>1</sup>; Ley Clemente, Agustín de Jesús MIA<sup>1</sup>, Vázquez Delgado Héctor Daniel MIA<sup>1</sup>, Pérez Domínguez, Deudiel<sup>2</sup>, Ruíz López, Francisco Javier<sup>2</sup>, Santizo Martínez, Edilzar<sup>2</sup>, Ovando Toledo, Alfonso<sup>2</sup>, Pérez Carpio, Francisco Antonio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Docentes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

<sup>2</sup>Alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

iizavala@hotmail.com

## RESUMEN

El proyecto consiste en aplicar una técnica matemática (sistema de rutas) en las empresas purificadoras de agua de la región de Cintalapa de Figueroa Chiapas, donde estas podrán tomar la decisión óptima. Los alumnos y el docente diagnosticaron que las empresas no tiene una ruta definida para repartir su producto, esta útil herramienta (programación dinámica) ayudara a conocer cuando y como se puede resolver este problema por medio de la aplicación de dicha herramienta, aplicar la programación dinámica, la cual consiste en dividir el problema en etapas y cada etapa tendrá cierto números de estados, los estados serán las diferentes tiendas donde las empresas A y B reparten su producto, el primer paso es identificar cuáles son las trayectorias que utilizan para distribuir sus producto, posteriormente realizar el sistema de rutas y costos del problema, después se toma la decisión de cada etapa para así obtener la ruta óptima.

Una vez obtenida la ruta óptima se implementara en las empresas, que estas se beneficiaran en la disminución de sus costos monetarios en los gastos de combustible para la distribución de sus productos y mejorar la competitividad de dichas empresas (A y B) en la región valle de Cintalapa de Figueroa, Chiapas.

**PALABRAS CLAVE:** Aplicar, diagnosticar, distribuir, implementar.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de sistemas de ruta se utiliza para mejorar la competitividad de las empresas purificadoras de agua del valle de Cintalapa, Chiapas. Es un proyecto desarrollado en los sistemas de rutas mediante el modelo de la programación dinámica para la mejora de las empresas purificadoras de agua de la región. Por ello se seleccionó a las empresas con mayores problemas de entrega en sus rutas de distribución de su producto para plantearles una solución mediante el uso de la *programación dinámica* atreves del sistema de rutas.

Cuando se menciona los sistemas de rutas, estamos hablando sobre la manera de entrega de sus productos que las empresas purificadoras usan en la región. En su mayoría de las purificadoras de agua, se considera que no tienen un sistema de rutas para la entrega de sus productos, por ello es importante implementar un sistema de rutas completo que les permita distribuir su producto, evitando tiempos de más, uso excesivo de combustible por las unidades por causa de sus malos recorridos y tiempos fuera de entrega.

El proyecto no solo proporciona un sistema de rutas para las empresas purificadoras, sino también un mejoramiento a las empresas conforme sus recursos económicos y trabajadores dentro del área de distribución. Todo esto se basa en un objetivo para las empresas y es poder desarrollarse en un ámbito de competitividad con las demás empresas purificadoras de agua de las diferentes regiones del estado de Chiapas logrando destacarse como empresas de capacidad en el mercado de competencia. La programación dinámica consiste en una técnica que permite determinar de manera eficiente las decisiones que optimiza el comportamiento de un sistema que evoluciona a lo largo de una serie de etapas.

La fórmula de la *función recursiva* de la *programación dinámica* es la siguiente:

$$fn^*(Sn)=\max. x_n \{fn (Sn, Xn)\} \text{ o } fn^*(Sn)=\min. x_n \{fn (Sn, Xn)\}.$$

Esta programación tiene un enfoque general para las soluciones de los problemas en los que es necesaria en la toma de decisiones en este caso respecto a los sistemas de rutas más eficaces. esta programación se divide en dos subtemas, la primera es la programación dinámica *probabilística* que este nos ayudara a identificar las rutas de

traslado más cortas para llegar a los clientes, dando por resultado un ahorro de distancias, de tiempos y de movimientos que al final se tiene un ahorro económico en la parte de distribución. Por otra parte la programación dinámica *determinística* se especializa en determinar las rutas en las cuales se entregan más productos y saber cuál tienda tiene más desperdicios de tiempos, movimientos y recursos económicos. La programación dinámica divide el problema en un conjunto de problemas más pequeño y fácil de resolver y luego se reagrupa los resultados del análisis esto se lograra analizando de manera detallada las rutas más próximas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Google maps es la herramienta que se utilizó para ubicar donde se encuentra ubicada la empresa y los puntos intermedios de los clientes. En algunos puntos donde el google maps no es muy preciso se usó flexómetro.

#### 1.- Contacto con la empresa

Las empresas estudiadas son: la purificadora de agua estrella (A) que su principal funcionamiento es la distribución de agua purificada a depósitos los cuales se encuentran en el interior del valle de Cintalapa, siendo el propietario el señor Cesar Fernández Espinoza Moguel, así también la empresa Lácteos Santo Domingo (B) que tiene la labor de realizar y distribuir productos derivados de la leche y cuyo gerente es el señor José Roberto Hernández Cerda.

2.-Planteamiento de problema: Dentro de las empresas A y B se podrá encontrar que no poseen rutas adecuadas en cuanto a sus rutas de distribución a causa de esto se genera distancias ociosos y un malgaste de combustible.

3.- Recopilación de los datos: La empresa A se encuentra ubicada en la en la 5ta poniente sur #604 en Cintalapa de Figueroa y sus rutas se encuentran ubicadas alrededor de la ciudad. En la Tabla 1 se muestran los datos recopilados de las distancias que recorre el distribuidor de la empresa A. La empresa B dio una sección del mercado dentro de la Ciudad de Cintalapa de Figueroa, Chiapas que se ubica en la Colonia urbana, Calle 16 de septiembre S/N y tiene como rutas de distribución lo que se muestra en la tabla 2.

SIMB	DEPÓSITOS	DESTINO	DISTANCIA
A	Tienda tres hermanos	Jardín de niños Ana María	600
A	Tienda tres hermanos	Tienda de Don Luis	850
A	Tienda tres hermanos	Tienda la esquina	800
B	Jardín de niños Ana María Toledo	Tienda Don Gil	1000
C	Tienda de Don Luis	Tienda Don Gil	350
D	Tienda la Esquina	Frutería la Manzana	1400
E	Tienda Don Gil	Tienda Emmanuel	1250
E	Tienda Don Gil	Tienda Carmen	1450
F	Frutería la Manzana	Primaria primera de mayo	1850
G	Tienda Emanuel	Frutería Maricarmen	1150
G	Tienda Emanuel	Primaria Simón Bolívar	950
H	Primaria Ira. De Mayo	Tienda Luis	600
I	Tienda Carmen	Frutería Maricarmen	1000
I	Tienda Carmen	Primaria Simón Bolívar	1100
J	Tienda Luis	Abarrotes San Juan	1150
K	Frutería Maricarmen	Abarrotes San Juan	800
L	Primaria Simón Bolívar	Abarrotes San Juan	600
M	Abarrotes San Juan		

Tabla 1. Recopilación de datos empresa A

4.- Solución del problema **Empresa A:** En la figura 1 se muestra el sistema de rutas de distribución de la empresa A.

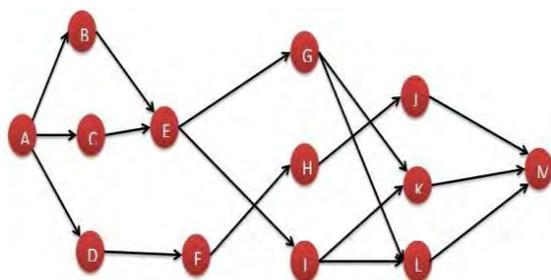


Figura 1.- Sistema de rutas.

SIMB	TIENDA	DESTINO	DISTANCIA
A	Santo Domingo	Pepes	80
A	Santo Domingo	Doña lupita	375
A	Santo Domingo	Helechos	360
A	Santo Domingo	La feria	575
B	Pepes	El recuerdo	320
B	Pepes	El rubí	480
C	Doña lupita	El rubí	295
C	Doña lupita	El keu	470
D	Helechos	El keu	400
E	La feria	Alejandra	360
E	La feria	El Keu	280
F	El recuerdo	El tauro	210
G	El rubí	El tauro	115
H	El keu	Abarrotes Katia	490
I	Alejandra	Abarrotes Katia	450
J	El tauro	Los encuentros la Guadalupana	580
K	Abarrotes Katia	Los encuentros la Guadalupana	480
L	Los encuentros la guadalupana		

**Tabla 2.** Recopilación de datos de la empresa B.

a) *Tomar decisión de la etapa 5:* En la tabla 3 se observa la toma decisión de la etapa 5.

Sn/x5	f5*(Sn)/s	X*5
J	1150	M
K	800	M
L	600	M

Tabla 3: Etapa 5.

b) *Tomar decisión de la etapa 4:* En la siguiente tabla se muestra la decisión en la etapa 4.

Sn/X4	F4*(Sn)=CSX4+F5*(Sn)			F4(s)	X*4
	J	K	L		
G	--	1950	1550	1750	L
H	1750	--	--	1750	J
I	--	1800	1700	1700	L

Tabla 4: Etapa 4.

c) *Tomar decisión de la etapa 3:* En la tabla 5 se muestra la toma de decisión de la etapa 3.

Sn/X3	F3*(Sn)=CSX3+F4*(Sn)			F3(s)	X*3
	G	H	I		
E	2800	--	3150	2800	G
F	1750	3600	--	3600	H

Tabla 5: Etapa 3.

d) *Tomar decisión de la etapa 2:* En la siguiente tabla se observa la toma de decisión de la etapa 2.

Sn/X2	F2*(Sn)=CSX2+F3*(Sn)		F2 (s)	X*2
	E	F		
B	3800	--	3800	E
C	3150	--	3150	E
D	5000			

Tabla 6: Etapa 2.

e) Toma decisión de la etapa 1: En la tabla 7 se muestra la decisión de la etapa 1.

Sn/X1	F1*(Sn)=CSX1+F2*(Sn)			F1(s)	X*1
	B	C	D		
A	4400	4000	5800	3800	C

Tabla 7: Etapa 1

### Empresa B

#### Sistemas de rutas

En la figura 2 se muestra el sistema de rutas de distribución de la empresa B.

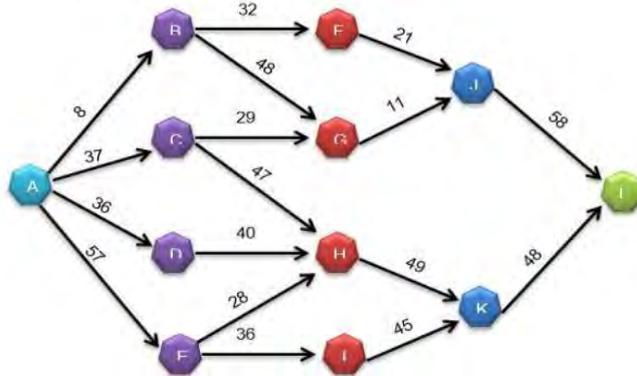


Figura 2.- Sistema de rutas

Tomar decisión de la etapa 4 En la figura 3 se observa la toma decisión de la etapa 4

Sn	fn*(sn)		X*4
	L		
J	580	L	L
K	480	L	L

Figura 3: Etapa 4.

Tomar decisión de la etapa 3: En la figura 4 se observa la toma decisión de la etapa 3.

X3	fn(s,x3)= Csx3+f4*(x3)		F3(s)	X3*
	Sn			
	J	K		
F	790	-	790	J
G	695	-	695	J
H	-	970	970	K
I	-	930	930	K

Figura 4: Etapa 3

Luego tomar la decisión de la etapa 2, la figura 5 muestra esa toma de decisión.

X2	fn(s,x2)= Csx2+f3*(x3)				F2(s)	X2*
	Sn					
	F	G	H	I		
B	1110	1175	-	-	1110	F
C	-	990	1440	-	990	G
D	-	-	1370	-	1370	H
E	-	-	1250	1290	1250	H

Figura 5: Etapa 2.

Tomar decisión de la etapa 1: En la figura 6 se observa la toma decisión de la etapa 1

x1 Sn	f1(s,x1)= Cs*x1+f2*(x1)				F1(s)	X*1
	B	C	D	E		
A	1190	1365	1730	1190	1190	B

Figura 6: Etapa 1.

**Tomar decisión Resultados y Discusión:**

Como resultado obtenido de la empresa A se puede deducir que sus rutas de distribución tenían mucho espacio ocioso debido y no existía una implementación de sistemas de rutas. Al aplicar la programación dinámica se obtuvo una ruta óptima que acortaba las distancias y con esto se eliminaron costos de distribución en gasolina. Como recomendación: utilizar la ruta óptima obtenida de la aplicación de la programación dinámica. En la figura 7 muestra la ruta optima de la empresa A.

**Empresa B**

Con la ruta óptima obtenida de la empresa B, la empresa se beneficiara en minimizar los costos de distribución (gasolina) y tiempo a la hora de entregar su producto, la recomendación sería utilizar la ruta óptima para su mejora. En la figura 8 se muestra la ruta óptima de la empresa B.

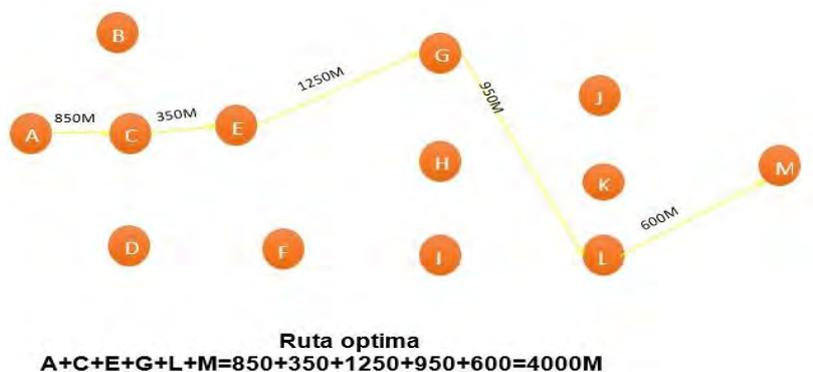


Figura 7: Ruta óptima A.

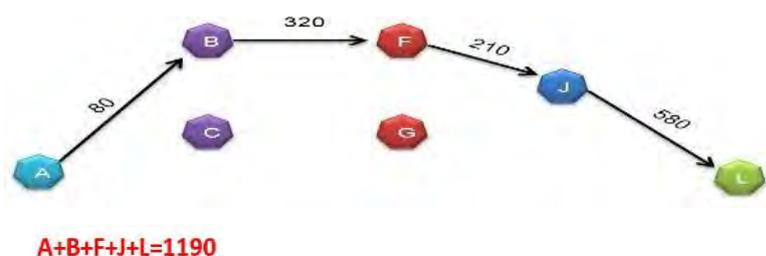


Figura 15: Ruta óptima A.

**Referencias**

Hamdy a. Taha University of Arkansas, Fayetteville, Investigación de operaciones, Editorial Pearson, México 2012. Novena Edición.

Baiz, m & t bello 1997. Desplazamiento de Oncorhynchus mykiss (walb) y de Salmo trutta L. (pisces, Salmonidae) en el lago Nahuel Huapi, argentina. Cuaderno Universitario No 29 secretaria de invesyigacion, Universidad Nacional del Comahue.

Bellman R. Dinamic Programming Research study. Princeton University Press Princeton. New Jersey. 1957

Biscayart. C. La programación dinámica en la migración de salmónidos. Tesis de maestría. Universidad Nacional del Comahue. Neuquen Argentina. 2007

Baltz, dm; b Vonracek; lr Brown & p. Moyle. Seasonal changes in microhabitat selection by rainbow trout in a small stream. Trans. Am. Fish. Soc. 120; 166-176. 1991

Bello mt & v. Hougham. Migraciones “lakeward” de tuchas juveniles en el arroyo Loncochinocco, afluente del lago Gutierrez. Resúmenes 1°  
Reinion Binacional Argentino-Chilena de Ecologia. P.p 253. 2001

# ESTUDIO, ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE PROCESOS INDUSTRIALES EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Zavala Zavala José de Jesús MIA<sup>1</sup>, Aquino Sol Irvin Uriel<sup>2</sup>, Bahenas Ríos José Emiliano<sup>2</sup>, Carlos Alberto Díaz Cristóbal<sup>2</sup>, Lorenzana Sánchez Alexis, Pérez Roque Kevin Andrés<sup>2</sup>, Toledo Suarez Deivis<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Docentes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

<sup>2</sup>Alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

iizavala@hotmail.com

## RESUMEN

El presente artículo presenta el estudio, análisis y mejoramiento de procesos industriales en una línea de producción semiautomática compuesta por seis estaciones de trabajo. Las estaciones de trabajo están diseñadas en SolidWorks y construidas dentro del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa como resultado de un proyecto de investigación del Tecnológico Nacional de México. Consiste en crear una línea de producción que permita manipular las variables de temperatura, humedad, sonido, iluminación y con ello calcular la productividad. Después de terminar con el diseño se procede a instalar los sensores e instrumentos que medirán las variaciones de las variables y que servirán para calcular la productividad bajo las diferentes condiciones ambientales y se tomara una comparación con respecto a tomar las condiciones de trabajo para el cálculo de la productividad y la otra sin las condiciones de trabajo y realizar las comparaciones pertinentes. El prototipo busca demostrar que los países con temperatura que oscilan entre 12 y 24 grados centígrados son más productivos que los países que por temperatura natural tienen superiores a los 30 grados.

**PALABRAS CLAVE:** Productividad, línea de producción, condiciones de trabajo.

## INTRODUCCIÓN

La línea de producción en serie busca estudiar, analizar y mejorar procesos industriales de la región por medio de la simulación de casos de estudio. La cabina permitirá controlar las variables de la línea de producción, la línea será un laboratorio que permitirá simular o generar las condiciones de trabajo y medir su comportamiento de la productividad del cambio o variación de cada una de las variables [7]. Las variables de estudio a utilizar dentro del confort del operario en verano son como sigue: Temperatura de 18 a 24°C, Humedad de 40 a 70%, Viento dentro de la empresa de 0.1 m/s, Sonido menor a 85 dB, Iluminación de 500 a 750 lux y Altura de trabajo 94 cm.

El proyecto de la línea de producción está compuesto por seis estaciones de trabajo que permitirá cambiar lo siguiente: cambiar la producción requerida en el tiempo establecido, cambiar el tiempo de producción, cambiar el proceso de producción o los productos realizados, cambiar en tiempo del ciclo de la estación de trabajo y la capacidad disponible de la línea de producción.

Al concepto de productividad de Roberto García Criollo donde afirma que es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados y se calcula dividiendo la relación existente de la producción obtenida y los recursos utilizados se adopta esa parte teórica y se modifica para quedar de la siguiente forma: Productividad es el máximo rendimiento con que se emplean los recursos disponibles con las condiciones optima favorables para alcanzar los objetivos predeterminados [6]. El artículo busca determinar la productividad que puede tener un operario bajo diferentes condiciones de trabajo y con el mismo tipo de proceso de ensamble.

<sup>1</sup> Docente investigador, con Perfil Deseable 2015-2018, Presidente de la Academia de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa.

<sup>2</sup> Alumno del Club de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa

## METODOLOGÍA

### 1.- ESTUDIO PRELIMINAR TEÓRICO

En los conocimientos actuales nunca relacionan las condiciones de trabajo con la eficiencia y productividad. Por ejemplo J. R. Jackson en su método de balanceo de líneas que utiliza, calcula la eficiencia de la siguiente forma:

$$Eficiencia = \frac{\sum Tiempos\ de\ espera}{(No.ET)(TC)} \quad [1]$$

Donde:

No. ET. = Número de estaciones de trabajo

TC: Tiempo del Ciclo Asignado

Roberto García Criollo en su libro de estudio del trabajo describe que la productividad es la relación que existe de la cantidad de bienes producidos entre la cantidad de recursos utilizados y lo resumen con la ecuación:

$$P = \frac{Entradas}{Salidas} \quad [2]$$

B. M. Ralph y R. G. Criollo toman en cuenta a las condiciones de trabajo solo para calcular los tiempos estándar en las tareas laborales, pero no en la productividad del operario. La productividad es importante en la empresa debido a que determina el rendimiento de la misma en un tiempo establecido y con su índice de productividad puedes calcular su crecimiento o decrecimiento laboral en su historia empresarial y con ello tomar decisiones estratégicas para el mejoramiento de la misma a partir del índice productividad.

De acuerdo a la pregunta de investigación: ¿En qué medida afectan las condiciones de trabajo la productividad en los procesos industriales?, se planteó la hipótesis; H1: En la medida que las condiciones de trabajo sean óptimas la productividad será mayor en los procesos industriales; y H2: En la medida que las condiciones de trabajo estén fuera de los parámetros permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas la productividad será menor.

La investigación tiene el propósito de analizar las condiciones de trabajo en la línea de producción en serie para la maximización de procesos industriales y que esto permita mejorar la productividad tomando en cuenta el entorno del área de trabajo. El introducir el término condiciones de trabajo al concepto de productividad cambiaría el cálculo de la productividad y sería reflejado en la economía como un efecto domino. Se ayudaría a las Pymes debido a que son las empresas que están en peores condiciones de trabajo y el cálculo de la productividad del operario tomaría en cuenta esas condiciones.

Según Hernández Laos, E. la productividad está asociado a la relación entre producto y factores, es decir, la relación entre producto obtenido por unidad de factor o actores utilizados para lograrla. Según Klein, A. W. productividad es la comparación del volumen de la producción expresado en términos físicos con el gasto específico de los factores empleados. La productividad total también se conoce como productividad multifactorial. La productividad multifactorial se calcula sumando todas las unidades de entrada en el denominador:

$$Productividad = \frac{Producción}{(Trabajo+Material+Energía+Capital+Varios)} \quad [3]$$

El nuevo concepto de productividad queda de la siguiente manera: es la relación que existe entre los bienes que se han producido y los medios que se han empleado para lograrlo bajo las condiciones de trabajo que se realice.

$$P = \frac{Entradas\ (1\pm\ Condiciones\ de\ trabajo)}{Salidas} \quad [4]$$

La integración de los conceptos de productividad y las condiciones de trabajo permitirá explicar porque son más productivos en las regiones frías donde oscila entre 15 y 18°C y también permitirá explicar que en las regiones costeras o cálidas los operarios son menos productivos por trabajar en temperaturas por encima de los 30°C.

Según Niebel las Condiciones de trabajo que se deben tomar en cuenta para un tipo de trabajo es como se muestra en la tabla 1 dentro del Sistema de Westinghouse<sup>3</sup>:

CONDICIONES		
+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

Tabla 1. Condiciones de trabajo.

Es la era de la productividad dice el Banco Interamericano de desarrollo con ello se transforman las economías desde sus cimientos, dice, que la productividad no es todo, pero a largo plazo es casi todo.

### A) LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

La línea de producción los forman una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a la siguiente y en cada posición se realice una parte del trabajo total. La velocidad de las líneas de producción se determina por medio de la estación más lenta. Las estaciones de trabajo con ritmos más rápido, llegarán a verse limitados por la estación más lenta, que representan un cuello de botella.<sup>4</sup> Las líneas de producción se diseñan para enfrentar las variaciones de modelos de los productos, siempre y cuando las diferencias entre los modelos no sean demasiado grandes. En términos de la capacidad de una línea de producto para enfrentar las variaciones de modelos, se distinguen tres tipos de líneas:

- 1) Líneas de modelo único.
- 2) Líneas de modelo por lote.
- 3) Líneas de modelo mixto.

La Figura 1 muestra la configuración general de una línea de producción. Las líneas de modelo único producen solo un modelo y no hay variaciones en él. Por lo tanto, las tareas que se realizan en cada estación de trabajo son iguales sobre todas las unidades de producto.<sup>5</sup>

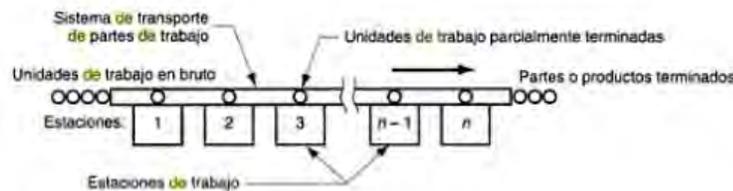


Figura 1 Configuración general de una línea de producción.

Las líneas de modelos por lote y mixto se diseñan para producir dos o más modelos del producto en la misma línea, pero usan diferentes enfoques para enfrentar las variaciones. Como sugiere su nombre, una línea de producción por lote produce cada modelo en grandes cantidades. La estación de trabajo se preparan para producir la cantidad deseada del primer modelo y después se reconfiguran para producir la cantidad requerida del modelo siguiente y así sucesivamente.

### B) PRODUCCIÓN:

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado.

<sup>3</sup> Niebel, Benjamin W. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12a edición Mc Graw Hill. México.- p 358.

<sup>4</sup> Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Fred E. Meyers, Editorial Pearson.

<sup>5</sup> Fundamentos de manufactura Moderna: materias proceso y sistemas, Mikell P.Groover, Editorial Pearson Prentice Hall, 1ra Edición 1997.

### **C) CONDICIONES DE TRABAJO**

Las condiciones de trabajo son conocidas también como entorno o medio ambiente de trabajo. Las condiciones de trabajo involucran la temperatura, humedad, ruido, vibraciones, iluminación y fuerzas de aceleración y desequilibrio entre otros. La atención a cada uno de estos aspectos proporciona al investigador los conocimientos para trabajar sobre ellos en forma permanente.<sup>6</sup>

De las condiciones de trabajo a tomar en cuenta son la temperatura y según Ramírez Cavassa, la temperatura óptima es de 18°C y debe conjugarse con la temperatura externa, como recomendación de las siguientes zonas de confort: Verano: 18 a 24°C y en Invierno: 17 a 22°C. Otro punto a considerar será el ruido digital y tal fenómeno causa en el organismo humano: efectos patológicos, fatiga, estados de confusión; efectos psicológicos, baja productividad y no percibe el operario un peligro inminente si lo hubiera. Por último se tomara la iluminación artificial. Según Ramírez Cavassa la iluminación suficiente aumenta al máximo la producción y reduce la ineficiencia y el número de accidentes. Entre los efectos de la iluminación son: el deslumbramiento, el reflejo de un brillo intenso y las sombras. Físicamente la iluminación es necesaria para la realización del trabajo; su concepción está en función de: La necesidad de la tarea, contraste entre la iluminación que requiere la tarea y el ambiente de trabajo, evitar destellos debido a la fuente luminosa y a la superficie de trabajo y a el color conveniente en dispositivos de iluminación y superficies.

### **2.- DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se procedió a realizar las siguientes actividades:

- 1.- Investigación preliminar: En la investigación preliminar se estudiaron los tipos de líneas de producción existentes, los conceptos de productividad existentes, y los artículos actuales referentes a las condiciones de trabajo y productividad.
- 2.- Requerimientos y necesidades del proyecto. En esta parte se realizó el diseño de la estación de trabajo para determinar posteriormente los materiales de cada una de las partes del diseño. La figura 2 muestra una parte de la línea de producción [9].

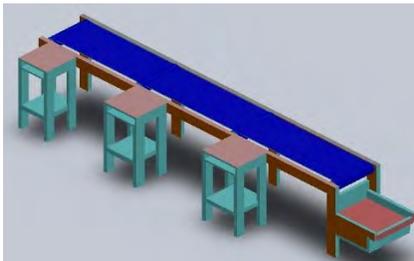


Figura 2. Línea de producción

- 3.- Programación del prototipo. En esta parte se determina la programación a utilizar para los diferentes tipos de sensores que se tienen en la línea de producción.
- 4.- Pruebas. Las pruebas que se realizaron son del funcionamiento de los sensores, de las tomas de muestra correcta de cada uno de los sensores.
- 5.- Aceptación del prototipo: Para la aceptación del prototipo se realizó; el encendido del prototipo; se programó las condiciones de trabajo en el entorno laboral; se eligieron 6 alumnos operarios y un analista; se asignaron actividades y con ello se realizaron pruebas para tener la misma carga de trabajo al realizar un balance de trabajo; se verificó el funcionamiento de la línea de producción con los 6 operarios asignados; y se analizan las variables de estudio de las condiciones de trabajo para obtener los resultados del estudio.
- 6.- Funcionamiento: En esta parte se obtienen los datos medibles de los operarios y sensores por parte del analista.

### **3.- RESULTADOS**

Para realizar la Fuzzy tipo Mandani se mandó llamar el FIS editor y cargar todas las características del caso práctico en el editor. Como entradas se puso a la temperatura con criterios de medición baja, normal y alta. Como salidas se tomó a la corriente con los criterios de baja, media y alta. La figura del editor muestra la salida del proceso. Como reglas del Fuzzy se tiene lo siguiente:

- 1.- Cuando la temperatura es Baja la Corriente es Alta (2.0).
- 2.- Cuando la temperatura es normal la Corriente es media (0.5).

<sup>6</sup> Seguridad Industrial, un enfoque integral, César Ramírez Cavassa, Ed. Limusa, segunda edición.

3.- Cuando la temperatura es alta la Corriente es Baja (0).

La Figura 3 muestra la variables de salida (corriente) del editor Fuzzy en el programa de Matlab. La variable de salida es de logica difusa con parámetros de baja, mediana y alta.

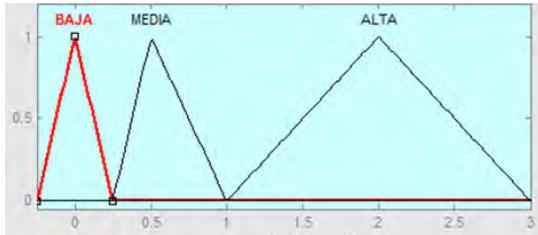


Figura 3. Variables de salida

La figura 4 muestra la creación de las reglas para el comportamiento de las variables de entrada y salida con respecto al sensor de temperatura en el editor Fuzzy del Matlab.

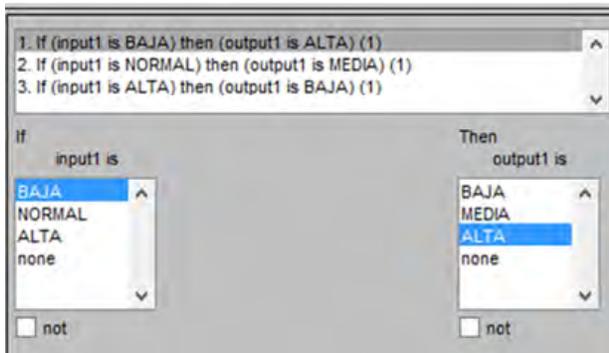


Figura 4. Reglas en el Fuzzy

La Figura 5 muestra un gráfico de la medición de todas las variables de un muestreo del trabajo, la obtención de estos datos son de las variables de temperatura, humedad, tiempo de trabajo y productos elaborados. (Productos que pasan de calidad y que no pasan de calidad). La Figura 6 muestra el gráfico de la medición de las variables de tiempo de producción, con respecto a los productos producidos y que pasan de manera aceptable y otro grafico que muestra el tiempo de producción con respecto a los productos que no pasan.

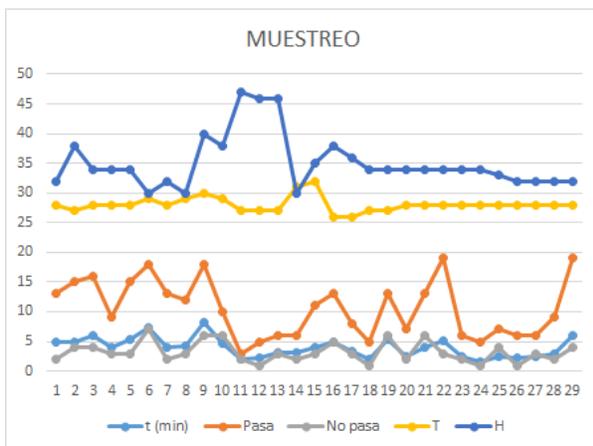


Figura 5. Gráfico de todas las variables de medición.

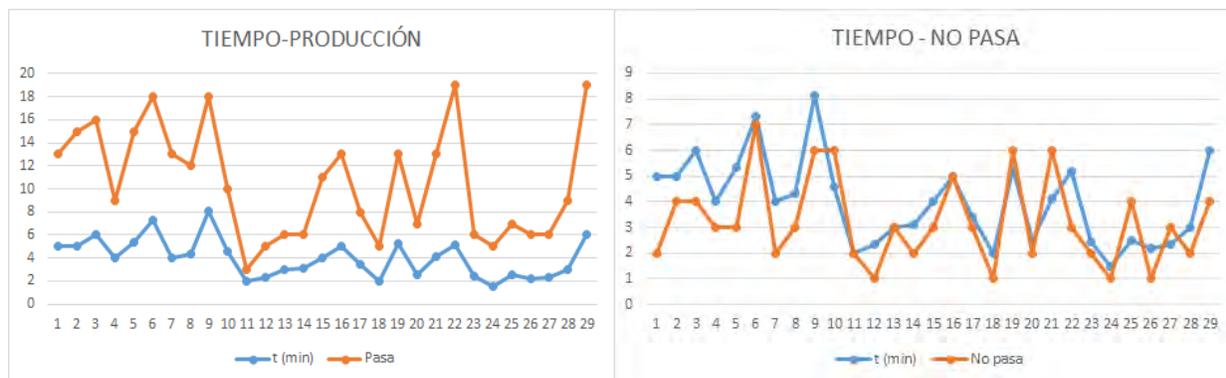


Figura 6. Gráfico de tiempo (X1) vs producto pasable (Y) y no pasable (Y).

La tabla 2 muestra la correlación de los productos aceptables (y) con respecto a cada una de las variables comparadas y analizadas. La variables son: X1: Tiempo, X2: No pasa, X3: Temperatura y X4; humedad. La Iluminación y el ruido no se tomaron para este artículo pues no muestra una evidencia que tenga correlación fuerte positiva.

Variable observada	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación
Y con X1	0.9250	0.8556
Y con X2	0.7435	0.5229
Y con X3	0.1621	0.0263
Y con X4	0.2827	0.0799
Y con X1 y X2	0.9480	0.8988
Y con X3 y X4	0.2914	0.0849
Y con X1,X2 X3,X4	0.9462	0.8954
Y con X1,X2, X3, X4	0.9580	0.9178

Tabla 2. Correlación de las variables.

#### 4.- CONCLUSIÓN.

Las tablas de correlación establecen que las variables de temperatura, humedad, tiempo de producción y producción no aceptada con respecto a la producción aceptada tiene una correlación positiva de  $r=0.9462$ . Existe una correlación positiva muy fuerte de 0.9250 de las variables de tiempo (X1) con respecto de producción (Y), aún más fuerte si comparamos ahora al tiempo como variable Y con respecto a la producción que pasa X1 y no pasa X2 de  $r=0.9480$ . Se concluye entonces que la producción aceptable y no aceptable depende del tiempo de trabajo de trabajo. Una de las variables que no tiene correlación ( $r=0.1621$ ) es la producción (y) con respecto a la temperatura, entonces a temperatura no muy extrema en periodos cortos de trabajo no es posible pronosticar la producción con esas dos variables. Algo sorprendente si tomamos al tiempo como variable Y, y no a la producción se obtiene que  $r=0.9580$ , aun mayor que si fuera la producción aceptable como Y. Con estos datos se puede determinar la producción y productividad de los procesos de ensamble tomando en cuenta la temperatura, humedad y tiempo de producción.

#### 5.- REFERENCIAS

- [1] Villamil Jesús Alberto, Productividad y cambio tecnológico en la industria colombiana, Economía y Desarrollo, Volumen 2, No. 1, Marzo 2003.
- [2] Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Fred E. Meyers, Editorial Pearson.
- [3] Fundamentos de manufactura Moderna: materias proceso y sistemas, Mikell P. Groover, Editorial Pearson Prentice Hall, 1ra Edición 1997.
- [4] Seguridad Industrial, un enfoque integral, César Ramírez Cavassa, Ed. Limusa, segunda edición.
- [5] Ayala Miramón F. D y Hernández Polo A, Sistema de Monitoreo Remoto Empleando Esquemas de Comunicación Inalámbrica 2013, consulta de Internet el 06 de octubre de 2015.
- [6] García Criollo R. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo, editorial Mc Graw Hill, Segunda edición.
- [7] Coremberg Ariel, Tesis doctoral la Medición de la Productividad y los Factores Productivos, Universidad Nacional de La Plata, 2006.

- [8] Enrique Hernández Lao, La productividad multifactorial: concepto, medición y significado, Economía: Teoría y Práctica, Nueva Época, Número 26, Enero Junio 2007.
- [9] Guía del instructor para la enseñanza del software Solidworks. Serie de diseño de ingeniería y tecnología. 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una compañía de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Mass [https://www.solidworks.com/sw/docs/Instructor\\_WB\\_2011\\_ESP.pdf](https://www.solidworks.com/sw/docs/Instructor_WB_2011_ESP.pdf)
- [10] Gómez González Sergio, El gran libro de Solidworks, Editorial S.A. MARCOMBO, ISBN 9788426714589, 2007.
- [11] Oirdobro Sabrina, Sánchez Silvia, Martínez Roxana, plan de mejora de proceso en la línea de producción Uniloy 6 en la empresa plásticos y desarrollo s.a., Octubre 12.
- [12] Pomares Baeza J., Manual del Arduino, Grupo de Innovación Educativa Automática, Universidad de Alicante, 2009.
- [13] Suñé Torrents Albert, Aguilera Giménez Sofia, Rediseño de una línea de ensamblaje de contactores eléctricos aplicando principios y técnicas de producción ajustada. 2009.

# IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES DE TRABAJO ERGONÓMICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE PROCESOS INDUSTRIALES

Zavala Zavala, José de Jesús MIA<sup>1</sup>; Ramos Vázquez, Martha Mariana<sup>2</sup>; García Chacón, Osiris<sup>2</sup>; Pérez Champo César alonso<sup>2</sup>; Reyes Duque Mauricio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Docente investigador de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

<sup>2</sup>Alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

iizavala@hotmail.com

## RESUMEN

A pesar de los avances tecnológicos, en las pequeñas y medianas empresas todavía se encuentran diseños de puestos de trabajo inadecuados. Con los malos diseños de estas áreas de trabajo se efectúan esfuerzos innecesarios y tiempos improductivos al realizar tareas repetitivas, lo que hace un trabajo inseguro para el operario. El estudio del diseño de las estaciones de trabajo aplica los enfoques primarios para la implementación de la estación de trabajo y el principio de la economía de movimientos para realizar su trabajo y medir la productividad de los operarios.

**PALABRAS CLAVES:** Estaciones de trabajo, Ergonomía, Productividad, Condiciones de trabajo

## INTRODUCCIÓN

El tiempo donde mayor se pasa un operario en una empresa es en su estación o área de trabajo, de esa área depende su producción y el mejoramiento de la misma, así como las lesiones de malas posturas del operario por un lugar de trabajo inadecuado en tamaño y diseño (forma). Como ingenieros industriales nuestro interés siempre se ha centrado en el deseo de lograr una mejora y alcanzar elevar la productividad en las tareas que desarrollamos. Hemos centrado nuestra atención en la mejora de métodos de trabajo, la reducción de tiempos, la calidad del trabajo, la minimización de costos, entre otros. Todos estos mecanismos válidos para el logro de nuestros objetivos, pero a su vez, que demandan del trabajador, la flexibilidad para el cambio rápido en la adopción de nuevas formas de trabajo, rapidez y calidad en los productos que elaboran, sus aportes a través de círculos de calidad. [7].

Sin embargo, uno de los aspectos que hemos descuidado es el diseño de la estación de trabajo y la postura que se debe adoptar para la ejecución de las tareas, esto quizá porque es obvio en algunos casos, por ejemplo que las herramientas que el trabajador necesita estén a su alcance, o en otros casos, porque es difícil modificar sus costumbres como la de no sentarse derecho o la de cruzar las piernas. Tales aspectos son de suma importancia, porque contribuyen a elevar la productividad del trabajo aunque este aporte es algo difícil de medir, como por ejemplo cuantificar la comodidad en la estación de trabajo lo que le permitirá estar menos fatigado y por tanto quizá más predispuesto a trabajar, o medir el grado de satisfacción con su estación de trabajo lo que pudiera reflejarse en una mayor identificación con el mismo y así mejore su calidad o rendimiento; o que minimizando el nivel de ruido en su entorno laboral se propiciaría a estar menos estresado y asumir decisiones menos impulsivas y más lógicas.

En la industria el trabajador ejecuta tareas muy especiales. Para la ejecución de estas es necesario, en muchos casos, la adopción de posturas incómodas, esto obliga a una reacción del sistema músculo esquelético que, en ocasiones, puede resultar en desórdenes de tipo físico; lesiones. Para evitar estas lesiones, que no sólo perjudican al trabajador sino también a la empresa pues son causa de absentismo y disminución de la producción [1].

La aportación de esta estación de trabajo es que la altura del área de trabajo es adaptable a la altura del operario, tomando un rango de alcance de 70cm hasta 93cm. La altura se determinó de una muestra de 80 operarios (alumnos) del programa de ingeniería industrial, quienes realizaran los procesos de ensamble en la estación de trabajo. Se induce que la altura de trabajo es determinante en el mejoramiento de la productividad del ensamble de procesos de tipo

## METODOLOGÍA.

### 1.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN TEÓRICA.

Aparte de la división básica de los movimientos, hay los principios de la economía de movimientos, los cuales también fueron desarrollados por Gilbreth y completados por Ralph Barnes.

El analista de tiempos y métodos debe familiarizarse con todas las leyes de la economía de movimientos de manera que sea capaz de descubrir rápidamente las ineficiencias en el método usado, inspeccionando brevemente el lugar de trabajo y la operación [2].

No todos estos principios son aplicables a todo trabajo sin embargo, los que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como los aplicables en la técnica de micro movimientos, pueden clasificarse en tres subdivisiones principales, atendiendo:

- A) Al uso del cuerpo humano.
- B) A la disposición y condiciones en el lugar de trabajo.
- C) Al diseño de las herramientas y el equipo.

Para el diseño de la estación de trabajo la investigación de campo se enfocó solo a las disposiciones y condiciones en un lugar de trabajo. La muestra fue de conveniencia propia dirigida a tercer semestre donde se lleva la materia de estudio del trabajo y el muestreo es más fácil de obtener. Se estudió a todo el alumno de ingeniería industrial de tercer semestre teniendo una muestra de 80 alumnos. La tabla 1 y 2 muestran los datos obtenidos a partir del muestreo. Los datos de tablas 1 y 2 sirvieron para calcular la altura de la mesa, lo largo, lo ancho, la altura de la ubicación de las piezas, la altura total de la estación de trabajo y la ubicación de los contenedores para el proceso de ensamble.

El principio de la disposición y condiciones en el sitio de trabajo contempla lo siguiente:

1. Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.
- 2.-Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
- 3.-Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical como se muestra en la siguiente figura 6.
4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie como se muestra en la siguiente figura 1.



Figura 1. Altura visual

5. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuada.
6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en estación de trabajo, para reducir al mínimo las exigencias de fijación de la vista.
- 7.-Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

Para la obtención de datos se tomó en cuenta el software de la cabina antropométrica y se tomó en cuenta la medición física de la muestra. La figura 2 muestra las medidas de una persona con una altura de 182 cm en el software del Instituto.

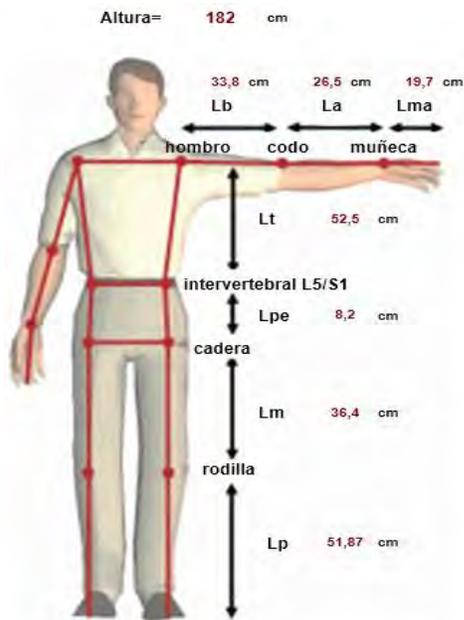


Figura 2. Medidas corporales

Principios ergonómicos de la estación de trabajo:

- 1: Seleccionar la postura adecuada para la tarea.
- 2: Alternar las posturas sentado con trabajo de pie y caminar.
- 3: Las alturas del asiento y respaldo de la silla deben ser ajustables.
- 4: Limitar el número de ajustes posibles.
- 5: Proveer instrucciones del uso apropiado de las sillas.
- 6: Las características específicas de la silla son determinadas por la tarea.
- 7: La altura de trabajo depende de la tarea a realizar. La figura 3 muestra las alturas de las mesas de trabajo dependiendo del tipo de trabajo.
- 8: Las alturas de la superficie de trabajo, y asiento deben ser compatibles.
- 9: Evitar estiramientos excesivos.
- 10: Seleccione superficies de trabajo con inclinación para tareas de lectura.
- 11: Proporcionar suficiente espacio para las piernas.



Trabajo pesado 71- 89  
Trabajo ligero 86-94cm  
Trabajo de precisión 94-110cm

Figura 3 Alturas de tipo de trabajo [8].

## 2.- OBTENCIÓN DE DATOS

Tomando en cuenta estos principios de la economía de movimientos y los principios ergonómicos se procedió a tomar una muestra de los estudiantes del programa de ingeniería industrial. Se midió a todos los alumnos de la población estudiantil de Tercer Semestre del mismo programa educativo.

Tomando en cuenta los principios ergonómicos y el principio de economía de movimientos la figura 4 muestra la superficie de la estación de trabajo.

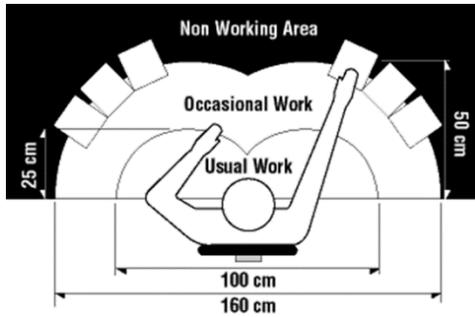


Figura 3. Área de una estación de trabajo [9].

### 3.- DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

Con el estudio realizado de n=80 operarios de diferentes estaturas y género se diseñó una estación de trabajo a las medidas de la muestra, con una estación de trabajo tipo ligero y tipo pesado por la altura y por la resistencia de los materiales y el dispositivo que permite diferentes alturas de trabajo solo de tipo ligero. Las medias de la estación ergonómica del Instituto Tecnológico se muestran en la tabla 1 y en la figura 4.

Características físicas	Distancia (cm)
Altura de la mesa	70-93
Altura total	192
Largo de la mesa	165
Ancho de la mesa	80
Alcance las piezas	52
Altura de la lámpara generalizada a la mesa	96
Altura de la lámpara focalizada a la mesa	38

Tabla 1 Medidas de la estación de trabajo.

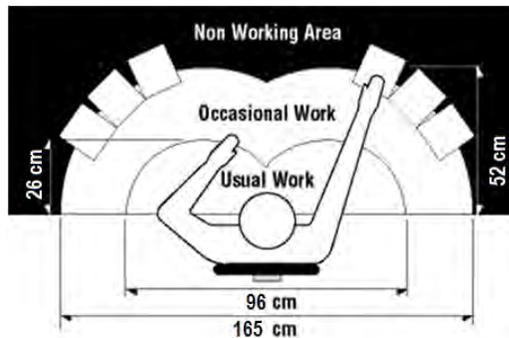


Figura 4. Área de una estación de trabajo del Instituto

La figura 5 muestra el diseño de la estación de trabajo con la altura ideal para el tipo de trabajo seleccionado producto del resultado de los datos obtenidos del muestreo. Las características de la estación de trabajo es la siguiente:

- Altura ajustable entre 70 y 93cm
- Luz incandescente hasta 600 lux
- Luz fluorescente 500 lux
- Mesa de trabajo para ensamble de tipo ligero.
- Mesa de trabajo para ensamble de precisión.

El diseño tiene un pistón en la parte central de la mesa lo que permite subir o bajar la estación de trabajo dependiendo del tipo de trabajo y de la estatura del operario. El diseño toma en cuenta la estatura de ambos sexos y sirviendo de guía los principios ergonómicos de 94cm para trabajo ligero, la mesa tiene una altura de 93cm debido a las medidas antropométricas de la muestra de 80 personas.

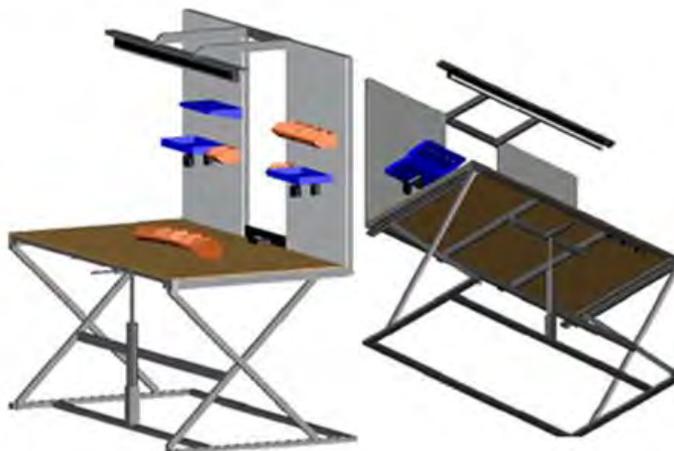


Figura 4. Diseño de la estación de trabajo.

#### 4.- APLICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

En la figura 5 se muestra la implementación de la estación de trabajo de acuerdo al muestreo que en Instituto Tecnológico se aplicó. Se tomó como requisito de muestra ser alumnos de ingeniería industrial de tercer semestre que utilicen o vayan a utilizar la estación de trabajo como los alumnos de primer semestre.



Figura 5. Implementación de la estación de trabajo.

Con el uso de la estación de trabajo se utilizaron variables de medición para ver el rendimiento de la misma y al aplicar regresión lineal múltiple se determinó que para mejorar la productividad es necesario tener una altura adecuada de la estación de trabajo. Se comparó la producción obtenida en una muestra de  $n=30$  y se obtuvo que existe una correlación positiva muy fuerte entre la producción, la altura de la mesa y el tiempo de producción ( $r=0.9408$ ). La altura de la mesa sola con respecto de la producción también tiene una correlación fuerte de  $r=0.7211$  y por último se comparó con las variables de temperatura, humedad, altura de la mesa y tiempo de producción y resulta que la correlación es aún mayor  $r=0.9417$ .

#### Conclusión:

El estudio demuestra que es más importante la parte ergonómica de la estación de trabajo que las Condiciones de trabajo debido a los resultados de correlación que existen entre las variables estudiadas. Comparando la variable dependiente con las independientes de altura de la mesa y tiempo de producción la correlación es mayor eso significa que combinando estas dos variables es más fácil predecir la producción y que a mejor altura mejor producción. Otro dato importante que si le agregamos la variable temperatura y humedad al trabajo en una estación de trabajo la correlación aumenta a 0.9417 lo que confirma que las condiciones de trabajo son determinantes para mejorar la productividad en los procesos industriales.

#### Referencias

- [1] Párraga, M. (2003). Diseño correcto de la estación de trabajo. *Industrial Data*, 6(1), 095-098.
- [2] Niebel Freivalds. *Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo*. Editorial Alfaomega. 12ª. Edición.
- [3] Barnes M. Ralph. *Estudio de tiempos y movimientos*. Editorial Alfaomega.

- [4] Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial. Editorial Reverte.
- [5] García Criollo Roberto. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo, Editorial Mc Graw Hill.
- [6]. Stephan Konz. Diseño de sistemas de trabajo. Limusa Noriega Editores.
- [7] Parraga V. Ma. Del Rosario, Importancia del diseño de la estación de trabajo y la buena postura.
- [8] Ramírez Cavassa, C. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega LIMUSA (Biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería Industrial – UNP).
- [9] Vallejo González José L., Principios Ergonómicos para la estación de trabajo, Segunda parte. 20 de enero del 2009.



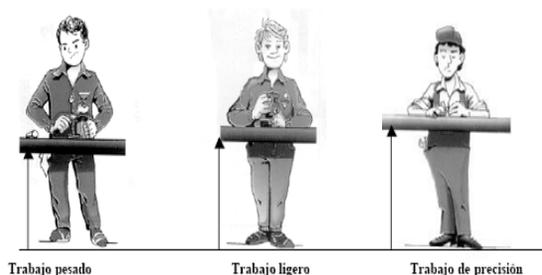
No	Plano horizontal								Plano vertical								Resultados		
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	An	La	Al
1	40	34	26	158	100	46	41	18	164	119	73	170	75	147	79	40	99	198	220
2	36	31	26	144	110	42	46	18	151	106	69	110	74	138	74	39	94	184	107
3	44	42	25	148	104	49	44	18	166	122	75	112	78	150	80	40	100	188	225
4	34	31	24	122	83	32	40	17	135	94	65	92	66	121	65	32	85	162	186
5	34	34	21	123	88	33	39	17	128	93	62	62	62	117	64	32	84	163	179
6	37	35	24	141	115	43	44	18	155	108	70	70	71	136	71	38	91	181	206

Tabla 1 Medidas corporales del muestreo

## 2.- DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

La estación de trabajo se diseñó con la obtención de datos de un número de 32 alumnos de Ingeniería industrial de ambos sexos. Al final se obtuvieron dos estaciones de trabajo una capaz de subir o bajar la altura de la estación de trabajo por medio de un pistón. El pistón mantiene la estación de trabajo entre una altura de 70cm a 93cm. La figura 1 muestra el diseño de la estación de trabajo 1. La segunda estación trabajo se diseñó con tres niveles o alturas dependiendo del tipo de trabajo o la altura del operario(a). Para el diseño de la altura se basó en los principios ergonómicos de la estación de trabajo que a continuación de mencionan:

- 1: Seleccionar la postura adecuada para la tarea.
- 2: Alternar las posturas sentado con trabajo de pie y caminar.
- 3: Las alturas del asiento y respaldo de la silla deben ser ajustables.
- 4: Limitar el número de ajustes posibles.
- 5: Proveer instrucciones del uso apropiado de las sillas.
- 6: Las características específicas de la silla son determinadas por la tarea.
- 7: La altura de trabajo depende de la tarea a realizar. La figura 1 muestra las alturas de las mesas de trabajo dependiendo del tipo de trabajo.
- 8: Las alturas de la superficie de trabajo y asiento deben ser compatibles.
- 9: Evitar estiramientos excesivos.
- 10: Seleccione superficies de trabajo con inclinación para tareas de lectura.
- 11: Proporcionar suficiente espacio para las piernas.



Trabajo pesado 71- 89  
Trabajo ligero 86-94cm  
Trabajo de precisión 94-110cm

Figura 1 Alturas de tipo de trabajo [4].

La figura 2 muestra las áreas de trabajo establecidas de manera estándar por los principios ergonómicos [5].

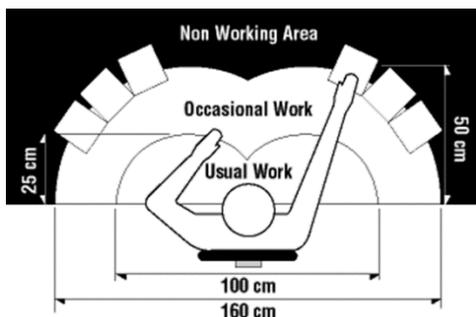


Figura 2. Área de una estación de trabajo.

Con el estudio realizado de n=32 operarios de diferentes estaturas y genero se diseñó una estación de trabajo a las medidas de la muestra, con una estación de trabajo tipo ligero y tipo pesado por la altura y por la resistencia de los materiales y el dispositivo que permite diferentes alturas de trabajo solo de tipo ligero. Las medias de la estación ergonómica de esta muestra estratificada se muestran en la tabla 2 y en la figura 3.

Características físicas	Distancia (cm)
Altura de la mesa	93-123
Altura total	200-230
Largo de la mesa	167
Ancho de la mesa	92
Alcance las piezas	52
Altura de la lámpara generalizada a la mesa	100
Altura de la lámpara focalizada a la mesa	32

Tabla 2 Medidas de la estación de trabajo.

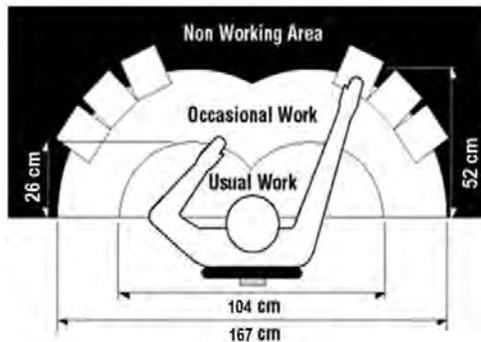


Figura 3 Propuesta del diseño de la estación de trabajo

### 3.- IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACION DE TRABAJO

La figura 4 muestra la implementación del diseño de la estación de trabajo con la altura ideal para el tipo de trabajo seleccionado producto del resultado de los datos obtenidos del muestreo. Las características de la estación de trabajo es la siguiente:

- Altura ajustable entre 83 y 113cm
- Luz incandescente hasta 600 lux
- Luz fluorescente 500 lux
- Mesa de trabajo para ensamble de tipo ligero.



Figura 4. Implementación de la estación de trabajo.

La estación de trabajo tiene 3 niveles para 3 tipos de alturas de operarios. Las alturas corresponden a una estación para trabajo de precisión. El diseño toma en cuenta la estatura de ambos sexos y sirviendo de guía los principios ergonómicos para trabajo de precisión.

#### 4.- MUESTREO DEL ESTUDIO

La Tabla 3 Muestra parte del muestreo un resumen de los datos obtenidos de n=30. El muestreo se realizó diariamente durante periodos variados desde muestras de 3min de producción, hasta muestras con dos horas de producción, para la diferencias con respecto al tiempo.

NO.	P (Y)	t (X1)	I (X2)	T (X3)	H (X4)	ALTURA (X5)	RUIDO (X6)
1	30	20	64	26	37	83	70
2	16	10	68	25	36	83	76
3	50	30	125	24	47	103	84
4	106	60	132	25	46	94	65
5	7	5	136	26	41	94	45
...	---	---	---	---	---	---	---
28	19	9	44	30	28	114	80
29	74	37	117	27	29	94	64
30	7	3	437	28	30	94	67

Tabla 3 Datos del muestreo

#### Donde:

- P= Producción
- t= Tiempo
- I= Iluminación
- T= Temperatura
- H= Humedad
- h= Altura de la mesa
- R= Ruido

#### RESULTADOS

La Figura 5 muestra la relación que existe entre la variable dependiente (y) y la variable independiente (tiempo: X1).

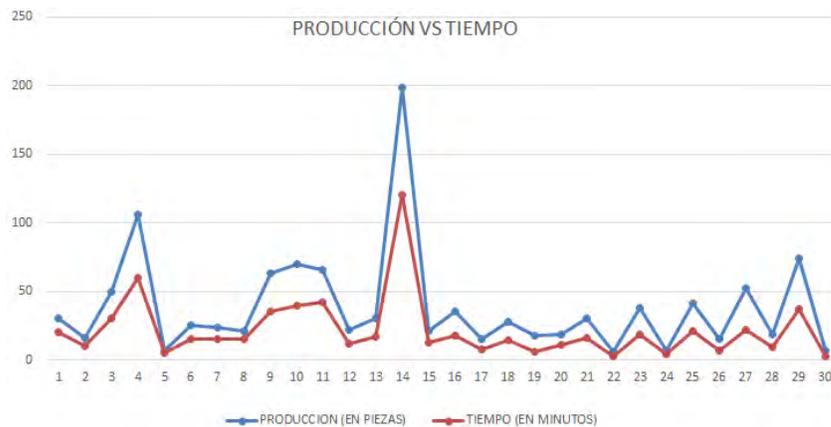


Figura 5 Variable producción vs tiempo.

La tabla 4 muestra la correlación existente entre cada variable para pronosticar la producción y mejorar con ello la productividad del operario en los procesos de ensamble de tipo ligero. La tabla muestra que la variable que tiene mayor correlación con respecto a la producción es en tiempo con  $r = 0.99349$ . Su correlación es altamente fuerte positiva en donde con solo esa variable se puede pronosticar la producción. Sin embargo se comprueba en este estudio que existe de manera individual poca correlación entre las variables de temperatura, humedad, iluminación, ruido y altura de la mesa.

VARIABLES DE MEDICIÓN	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN
Producción vs tiempo	0.99349	0.98703
Producción vs Iluminación	0.18980	0.03602
Producción vs temperatura	0.03565	0.00127
Producción vs humedad	0.12654	0.01601
Producción vs altura	0.22847	0.05220
Producción vs Ruido	0.21929	0.04808
Producción vs tiempo, iluminación y temperatura	0.99404	0.98812
Producción vs tiempo, iluminación, temperatura, humedad y altura	0.99499	0.99001
Producción vs Xn	0.99716	0.99433
Producción vs Tiempo, Iluminación y altura	0.99355	0.98714
Producción vs tiempo y altura	0.99350	0.98704

Tabla 4 Correlación de variables

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el uso de la estación de trabajo se utilizaron variables de medición para ver el rendimiento de la misma y al aplicar regresión lineal múltiple se determinó que para mejorar la productividad es necesario tener una altura adecuada de la estación de trabajo. Se comparó la producción obtenida en una muestra de  $n=30$  y se obtuvo que existe una correlación positiva muy fuerte entre la producción y el tiempo de producción ( $r=0.9408$ ) y la correlación de la altura de la mesa con el tiempo de producción es la correlación más alta de la comparación de dos variables independientes  $r=0.9935$ . De manera individual es este estudio la altura de la mesa con respecto de la producción su correlación es positiva pero no fuerte y por último se comparó con las variables de temperatura, humedad, altura de la mesa y tiempo de producción y resulta que la correlación es aún mayor y casi con una correlación perfecta de  $r=0.99716$ . Los resultados también muestran que la temperatura es la variable independiente con menos correlación con respecto a la producción de  $r=0.03565$  como se muestra en la Tabla 4.

El artículo solo muestra el estudio y análisis de la producción en diferentes condiciones de trabajo de manera natural y se comprueba que se puede predecir en un 99.7% la producción. En una segunda parte se mostrará en análisis de productividad con respecto a las condiciones de trabajo.

### CONCLUSIÓN

El estudio demuestra que es más importante la parte ergonómica (física) de la estación de trabajo que las Condiciones de trabajo debido a los resultados de correlación que existen entre las variables estudiadas. La tabla 4 muestra al correlacionar todas las variables juntas con respecto a la producción que son indispensables para realizar un pronóstico de producción. La correlación de producción con respecto a altura de la mesa es baja debido a que las diferencias de altura están limitadas a solo 3 niveles. Tomando en cuenta el artículo denominado estudio de las condiciones de trabajo para el mejoramiento de la producción donde la correlación de la producción con respecto a la altura de la mesa es  $r=0.7211$  y en este estudio la correlación  $r=0.22847$  de las mismas variables se deduce que las limitantes de esta estación de trabajo es el número de alturas que puede tener la mesa (3 niveles) a diferencia del artículo antes citados que puede tener una altura de 70 a 93cm. Para poder hacer una mejor comparación de la variable producción con respecto a la altura, será necesario en un futuro hacer un diseño experimental de un solo factor para comparar si existe diferencia significativa entre las alturas para mantener la misma productividad.

### REFERENCIAS:

[1] Munro Juan. Productividad, Competitividad, Empresas. Los engranes del crecimiento. ISBN 987-9329-12-0. Buenos Aires Argentina 2002.

- [2] García Criollo R. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo, editorial Mc Graw Hill, Segunda edición.
- [4] Ramírez Cavassa, C. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega LIMUSA (Biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería Industrial – UNP).
- [5] Vallejo González José L., Principios Ergonómicos para la estación de trabajo, Segunda parte. 20 de enero del 2009.

# ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

Zavala Zavala, José de Jesús MIA<sup>1</sup>; Garza Pascacio, Omar Hatziel Ing<sup>1</sup>; Bruno León, Tania Lizbeth<sup>2</sup>; Díaz Alpuche, Yecenia<sup>2</sup>; Hernández Pérez, Amilahí<sup>2</sup>; López Díaz Ana Virginia<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Docentes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

<sup>2</sup>Alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

iizavala@hotmail.com

## RESUMEN:

El presente artículo muestra el estudio de las mejores condiciones de trabajo para mejorar la producción en una estación de trabajo. El proceso de producción se analiza bajo diferentes variables, altura del operario, altura de la mesa, hora de trabajo, sexo, tiempo de trabajo y variables más estudiadas como la temperatura, humedad, sonido y la iluminación. Se determina que variable afecta más a la producción y cuáles serán las condiciones óptimas regionales para un tipo de trabajo ligero de ensamble.

**PALABRAS CLAVES:** Condiciones de trabajo, producción, altura de trabajo y tiempo de producción.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a las condiciones de trabajo que influyen en el mejoramiento de la productividad. El ambiente de trabajo es factor esencial en el rendimiento humano; por lo que es necesario que el hombre no trabaje más allá de los límites máximos de resistencias y condiciones ambientales adecuadas [3].

Para analizar el mejoramiento de la producción es necesario mencionar las causas. Una de ellas son las condiciones de trabajo percibidas por la mala postura que adopta el operario para poder acomodarse al mobiliario, las condiciones externas como el ruido, el calor, el stress o cansancio que manifiesta al final de la jornada [1]. La investigación de esta problemática se realizó por el interés de brindar condiciones de trabajo favorables en donde la comodidad pueda ayudar al operario a mejorar el proceso de ensamble.

Conocer las medidas antropométricas de los operarios (alumnos) fue un interés académico puesto que en el Instituto no se cuanta con esta información actualizada y es la base para diseñar una estación de trabajo que no generen exigencias posturales. En el ámbito profesional como Ingeniero Industrial el interés fue por proponer una estación de trabajo, que permita un desempeño eficiente y que además les proporcione bienestar. La estación de trabajo tiene acondicionamientos para mejorar la iluminación, medir el ruido, mejorar o acondicionar la altura del operario y medir la temperatura y humedad.

Como ingenieros industriales nuestro interés siempre se ha centrado en el deseo de lograr una mejora y alcanzar elevar la productividad en las tareas que desarrollamos. Hemos centrado nuestra atención en la mejora de métodos de trabajo, la reducción de tiempos, la calidad del trabajo, la minimización de costos, entre otros. Todos estos mecanismos válidos para el logro de nuestros objetivos, pero a su vez, que demandan del trabajador, la flexibilidad para el cambio rápido en la adopción de nuevas formas de trabajo, rapidez y calidad en los productos que elaboran, sus aportes a través de círculos de calidad [2]. Se analizaron las condiciones de trabajo como temperatura, humedad, ruido e iluminación para determinar si hay correlación entre la producción y las condiciones antes mencionadas.

## METODOLOGÍA:

### 1.- RECOPIACION DE DATOS

En el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa existen estaciones de trabajo a las medidas estándar del país o del lugar de creación. Estas estaciones no son adecuadas para la región al tener alumnos de más baja estatura

que en otras regiones. Se obtuvieron 30 muestras de las medidas corporales del cuerpo humano y con ello se realizó una estación de trabajo promedio.

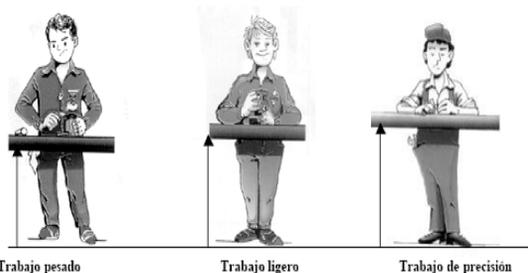
## 2.- DISEÑO DE LA ESTACIÓN

La estación de trabajo se diseñó con la obtención de datos de un número de 30 alumnos de Ingeniería industrial de ambos sexos. Al final se obtuvieron dos estaciones de trabajo una capaz de subir o bajar la altura de la estación de trabajo por medio de un pistón. El pistón mantiene la estación de trabajo entre una altura de 70cm a 93cm. La figura 1 muestra el diseño de la estación de trabajo 1. La segunda estación trabajo se diseñó con tres niveles o alturas dependiendo del tipo de trabajo o la altura del operario(a). Para el diseño de la altura se basó en los principios ergonómicos de la estación de trabajo que a continuación de mencionan:

- 1: Seleccionar la postura adecuada para la tarea.
- 2: Alternar las posturas sentado con trabajo de pie y caminar.
- 3: Las alturas del asiento y respaldo de la silla deben ser ajustables.
- 4: Limitar el número de ajustes posibles.
- 5: Proveer instrucciones del uso apropiado de las sillas.
- 6: Las características específicas de la silla son determinadas por la tarea.
- 7: La altura de trabajo depende de la tarea a realizar. La figura 2 muestra las alturas de las mesas de trabajo dependiendo del tipo de trabajo.
- 8: Las alturas de la superficie de trabajo, y asiento deben ser compatibles.
- 9: Evitar estiramientos excesivos.
- 10: Seleccione superficies de trabajo con inclinación para tareas de lectura.
- 11: Proporcionar suficiente espacio para las piernas.



Figura 1. Diseño de la estación de trabajo [7].



Trabajo pesado 71- 89  
Trabajo ligero 86-94cm  
Trabajo de precisión 94-110cm

Figura 2 Alturas de tipo de trabajo [4].

## 3.- IMPLEMENTACION DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

Con los datos de la muestra  $n=30$  se realizó lo que se muestra en la figura 3 como estación de trabajo. Se realizó un estudio de las variables temperatura, humedad, Iluminación ruido, altura de la estación de trabajo con respecto a la producción del operario. Los resultados se muestran en la tabla 1.



Figura 3. Estación de trabajo 1

Las variables de estudio a utilizar dentro del confort del operario en verano son como sigue [3]:

Temperatura de 18 a 24°C,

Humedad de 40 a 70%,

Viento dentro de la empresa de 0.1 m/s,

Sonido menor a 85 dB,

Iluminación de 500 a 750 lux

Altura de trabajo 86 - 94 cm.

#### 4.- OBTENCION DE RESULTADOS

La tabla 1 muestra la obtención de datos de cada una de las variables estudiadas en una estación de trabajo.

No	P	T	H	I	R	h	t		No	P	T	H	I	R	h	t
1	7	29	44	117	60	82	8		16	20	27	44	118	60	93	18
2	7	28	45	99	60	81	15		17	44	27	44	118	60	93	24
3	7	27	43	100	60	90	21		18	56	30	32	101	60	84	45
4	7	27	42	45	60	90	26		19	8	28	32	49	60	70	5
5	6	27	42	43	60	88	31		20	63	28	34	45	60	89	50
6	7	27	42	40	60	83	37		21	141	29	30	24	60	86	90
7	10	27	42	39	52	92	11		22	45	29	28	24	60	78	48
8	10	27	42	39	53	93	19		23	12	29	28	24	60	78	13
9	10	27	42	29	60	93	27		24	5	29	28	24	60	78	3
10	22	27	43	29	60	93	30		25	23	30	31	70	59	75	23
11	13	27	44	39	52	82	10		26	10	30	31	70	52	71	9
12	22	27	44	40	52	81	15		27	36	30	29	42	52	77	30
13	36	26	43	116	52	81	25		28	21	24	32	70	47	79	17
14	53	26	45	96	60	93	35		29	26	27	29	563	90	86	23
15	62	27	44	118	60	93	40		30	46	29	29	70	99	85	44

Tabla 1 Datos del muestreo

**Notación:**

P= Producción

T= Temperatura

H= Humedad

I= Iluminación

R= Ruido

h= Altura de mesa

t= Tiempo

En la tabla 2 se muestran los cálculos estadísticos de la correlación que existe entre la variable producción con respecto a las variables temperatura, humedad, iluminación, ruido, altura de la mesa y tiempo de producción [5].

<b>Estadísticas de regresión (producción [y], Temperatura [X1], Humedad [X2], Iluminación [X3], Ruido [X4], Altura de la mesa [X5], tiempo de producción [X6].</b>		
Variable observada	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación
Y con Xn	0.9100	0.8282
Y con X1	0.7203	0.5158
Y con X2	0.6739	0.4542
Y con X3	0.6627	0.4391
Y con X4	0.7209	0.5196
Y con X5	0.7211	0.5200
Y con X6	0.8750	0.7657
Y con X1 y X2	0.7351	0.5403
Y con X5 y X6	0.9408	0.8852
Y con X1, X2 y X3	0.7478	0.5592
Y con X2, X5 y X6	0.9416	0.8867
Y con X1, X2, X5 y X6	0.9417	0.8869

Tabla 2 Datos estadísticos de n=30

La primera columna de la tabla 2 muestra que la correlación entre la variable dependiente (producción) y las variables independientes de temperatura, humedad, iluminación, ruido, altura de la mesa y el tiempo es muy fuerte positiva, pero existe mayor correlación si se compara la producción con las variables de temperatura, humedad, altura de la mesa y tiempo de producción. Los resultados demuestran que las condiciones de ruido e iluminación afectan considerablemente la producción manteniendo una correlación positiva fuerte, pero quien afecta o tiene una correlación positiva más fuerte es la relación de producción con respecto a la altura de la mesa y el tiempo de producción con  $r=0.9408$ .

La figura 4 muestra la correlación de  $r= 0.8750$  que existe entre la variable dependiente (producción) y la variable independiente (tiempo). Esta figura ilustra la similitud entre las dos variables y muestra que los operarios estuvieron teniendo más práctica al tener una exactitud y consistencia en los últimos 11 datos debido a una correlación fuerte positiva de  $r=0.9711$  con las variables de altura de la mesa y tiempo de producción [6].



Figura 4. Comparación de las variables producción vs tiempo.

Este estudio deja abierta la línea de investigación de diseños experimentales para determinar la diferencia significativa de diferentes tipos de alturas de la estación de trabajo. También encontrar la diferencia significativa de los tiempos para la producción de un producto.

## CONCLUSIÓN

El estudio muestra que la altura de la estación de trabajo es determinante para un desempeño eficiente del operario. Si combinamos la variable altura con el tiempo de producción con respecto a la producción del operario la correlación existente es mayor que de manera separada de  $r= 0.9408$ , esto me da entender que tomando estas dos variables podemos predecir la producción del operario con mayor facilidad. Con los resultados obtenidos se demuestra que la producción tiene también correlación positiva fuerte con respecto a la temperatura, humedad e iluminación pero es menor que la altura de la mesa y el tiempo de producción. Por último se demuestra que la iluminación es la que tiene menos correlación con la producción, seguida de la humedad en el lugar de trabajo. En conclusión las condiciones de trabajo del medio ambiente son determinantes para el incremento de la producción en una estación de trabajo y la altura es la de mayor importancia.

## REFERENCIAS

- [1] Párraga V. Ma. Del Rosario. Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir fatigas de estudiantes y docentes. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional Mayores de San Marcos facultad de Ingeniería industrial 2014.
- [2] Párraga V. Ma. Del Rosario, Importancia del diseño de la estación de trabajo y la buena postura.
- [3] Ramírez Cavassa César, Seguridad Industrial un Enfoque Integral, Editorial Limusa, 2005.
- [4] Ramírez Cavassa, C. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega LIMUSA (Biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería Industrial – UNP).
- [5] Montgomery Douglas, Control estadístico de calidad, Tercera Edición, Limusa-Wiley; México, 2004
- [6] Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román; Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mc Graw Hill, Primera Edición, México 2004.
- [7] Guía del instructor para la enseñanza del software Solidworks. Serie de diseño de ingeniería y tecnología. 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una compañía de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord.

# SIMULACIÓN DE PROCESOS DE ENSAMBLE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

Zavala Zavala, José de Jesús MIA<sup>1</sup>; Ley Clemente, Agustín de Jesús MIA <sup>1</sup>; Garza Pascacio, Omar Hatziel Ing<sup>1</sup>; Pérez Hernández, Yareni<sup>2</sup>; Ramírez Ruíz Ricardo<sup>2</sup>; Hernández Castro, Cinar Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docentes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

<sup>2</sup>Alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa, Carretera Panamericana KM. 995, Cintalapa Chiapas.

iizavala@hotmail.com

## RESUMEN

El artículo muestra como los operarios ensamblan productos en una línea de producción en serie y en dos estaciones de trabajo. Hace un comparativo si hay la misma correlación entre las variables analizadas de las estaciones de trabajo y las líneas de producción. Las variables estudiadas son altura, humedad, temperatura, iluminación, sonido, tiempo de producción, productos elaborados y productos rechazados. Como resultado se muestra cuenta afecta cada variable en los diferentes entornos laborales.

**PALABRAS CLAVE:** Procesos de ensamble, ergonomía, condiciones de trabajo y producción.

## INTRODUCCIÓN:

El presente artículo muestra la simulación de procesos de ensambles de pasadores en una línea de producción en serie, en una estación de trabajo adaptable a diferentes alturas y a una estación de trabajo con 3 niveles de altura para medir la producción bajo diferentes condiciones de trabajo natural. El mayor tiempo que pasa un operario en la empresa es su área de trabajo y de ella depende su producción y el mejoramiento de la misma, así como las lesiones de malas posturas del operario por un lugar de trabajo inadecuado en tamaño y diseño (forma). Como ingenieros industriales nuestro interés siempre se ha centrado en el deseo de lograr una mejora y alcanzar elevar la productividad en las tareas que desarrollamos. Hemos centrado nuestra atención en la mejora de métodos de trabajo, la reducción de tiempos, la calidad del trabajo, la minimización de costos, entre otros.

La línea de producción en serie busca estudiar, analizar y mejorar procesos industriales de la región por medio de la simulación de casos de estudio. Las variables de estudio a utilizar dentro del confort del operario en verano son como sigue: Temperatura de 18 a 24°C, Humedad de 40 a 70%, Viento dentro de la empresa de 0.1 m/s, Sonido menor a 85 dB, Iluminación de 500 a 750 lux y Altura de trabajo 94 cm.

En la industria el trabajador ejecuta tareas muy especiales. Para la ejecución de estas es necesario, en muchos casos, la adopción de posturas incómodas, esto obliga a una reacción del sistema músculo esquelético que, en ocasiones, puede resultar en desórdenes de tipo físico; lesiones. Para evitar estas lesiones, que no sólo perjudican al trabajador sino también a la empresa pues son causa de absentismo y disminución de la producción [1].

La aportación de esta estación de trabajo es que la altura del área de trabajo es adaptable a la altura del operario, tomando un rango de alcance de 70cm hasta 93cm. El artículo busca determinar la producción del proceso de ensamble de pasadores en una línea de producción o las estaciones de trabajo que puede tener un operario bajo diferentes condiciones de trabajo y con el mismo tipo de proceso de ensamble.

## METODOLOGÍA

### 1.- RECOPIACION DE DATOS

Para el desarrollo del proyecto de investigación se procedió a realizar las siguientes actividades:

1.- Investigación preliminar: En la investigación preliminar se estudiaron los tipos de líneas de producción existentes, los conceptos de producción existentes, y los artículos actuales referentes a las condiciones de trabajo, tipos de

estaciones de trabajo y producción. Para el diseño de la línea de producción en serie se tomó la parte teórica como fundamento del diseño. La el diseño de la estación se tomó en cuenta los principios ergonómicos de un estación de trabajo y el principio de la economía de movimientos [2]. De estos principios no todos son aplicables, sin embargo, los que aplican al estudio de los movimientos pueden clasificarse en tres subdivisiones:

- A) Al uso del cuerpo humano.
- B) A la disposición y condiciones en el lugar de trabajo.
- C) Al diseño de las herramientas y el equipo.

## 2.- DISEÑO DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN Y ESTACIÓN

Para el diseño de la línea de producción se tomó en cuenta el número de operarios en la línea de producción, el tipo de línea de producción, la altura promedio de los operarios, el tipo de trabajo a realizar y las condiciones de trabajo involucradas en el área de trabajo. Con el diseño se determinó los materiales de cada parte del diseño. La figura 1 muestra una parte de la línea de producción [3].

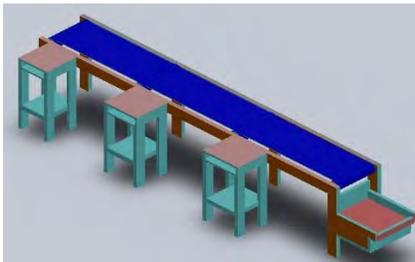
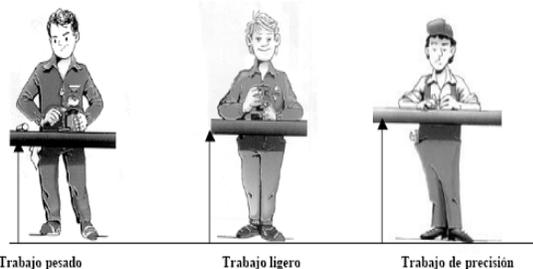


Figura 1. Línea de producción

La estación de trabajo 1 se diseñó con la obtención de datos de un número de 30 alumnos de Ingeniería industrial de ambos sexos, con un dispositivo (pistón) capaz de subir o bajar la altura de la mesa a diferentes alturas (70 a 93 cm). La figura 1 muestra el diseño de la estación de trabajo 1. La figura 1 muestra el diseño de la estación de trabajo 1 para un tipo de trabajo ligero por sus características físicas y ergonómicas [4][7].



Figura 2. Diseño de la estación de trabajo 1.



Trabajo pesado 71- 89  
Trabajo ligero 86-94cm  
Trabajo de precisión 94-110cm

Figura 2 Alturas de tipo de trabajo [8].

Las alturas de la línea de producción o de las estaciones de trabajo se determinan por las medidas corporales promedio de los operarios y por el tipo de trabajo a realizar en las mismas así como las recomendaciones de los principios ergonómicos y de economía de movimientos.

### 3.- IMPLEMENTACION

La línea de producción en serie tiene una altura de 94cm de alto, con una distancia de largo de la banda de 430cm para 6 operarios en el proceso de ensamble con 6 gavetas para el almacenamiento de la materia prima y un operario en producto terminado o al final de la banda transportadora. La figura 3 muestra un ejemplo del funcionamiento de la banda con el proceso de ensamble del pasador.

La implementación de la estación de trabajo 1 se muestra en la parte izquierda de la figura 3, con características particulares de la muestra n=30. La implementación de la estación de trabajo 2, se realizó con la muestra n=32. La tabla 1 muestra las características físicas de las 2 estaciones de trabajo y la Figura 3 muestra la implementación de las estaciones de trabajo junto con la línea de producción [9].

Características físicas	Estación de trabajo 1	Estación de trabajo 2
	Distancia (cm)	Distancia (cm)
Altura de la mesa	70-93	93-123
Altura total	192	200-230
Largo de la mesa	165	167
Ancho de la mesa	80	92
Alcance las piezas	52	52
Altura de la lámpara generalizada a la mesa	96	100
Altura de la lámpara focalizada a la mesa	38	32

Tabla 1 Características de las estaciones de trabajo



Figura 3. Implementaciones

### OBTENCION DE RESULTADOS

La tabla 2 muestra la correlación de los productos aceptables (y) con respecto a cada una de las variables comparadas y analizadas. La variables son: X1: Tiempo, X2: No pasa, X3: Temperatura y X4; humedad. La Iluminación y el ruido no se tomaron para este artículo pues no muestra una evidencia que tenga correlación fuerte positiva.

Variable observada	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación
Y con X1	0.9250	0.8556
Y con X2	0.7435	0.5229
Y con X3	0.1621	0.0263
Y con X4	0.2827	0.0799
Y con X1 y X2	0.9480	0.8988
Y con X3 y X4	0.2914	0.0849
Y con X1,X2 X3,X4	0.9462	0.8954
Y con X1,X2, X3, X4	0.9580	0.9178

Tabla 2. Correlación de las variables [5].

En la tabla 3 se muestran los cálculos estadísticos de la correlación que existe entre la variable producción con respecto a las variables temperatura, humedad, iluminación, ruido, altura de la mesa y tiempo de producción de la estación de trabajo 1 y la estación 2.

Variable observada	Estación de trabajo 1		Estación de trabajo 2	
	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación
Y con Xn	0.9100	0.8282	0.99716	0.99433
Y con X1	0.7203	0.5158	0.03565	0.00127
Y con X2	0.6739	0.4542	0.12654	0.01601
Y con X3	0.6627	0.4391	0.18980	0.03602
Y con X4	0.7209	0.5196	0.21929	0.04808
Y con X5	0.7211	0.5200	0.22847	0.05220
Y con X6	0.8750	0.7657	0.99349	0.98703
Y con X1 y X2	0.7351	0.5403	0.14212	0.02019
Y con X5 y X6	0.9408	0.8852	0.99350	0.98704
Y con X1, X2 y X3	0.7478	0.5592	0.37612	0.14147
Y con X2, X5 y X6	0.9416	0.8867	0.99355	0.98714
Y con X1, X2, X5 y X6	0.9417	0.8869	0.99498	0.99000

Tabla 3 Datos estadísticos de las dos estaciones de trabajo

La figura 4 muestra 3 gráficos que representan la correlación visual entre la producción con respecto al tiempo en diferentes situaciones de trabajo. La primera grafica es la correlación de la línea de producción, la segunda grafica de la figura 4, muestra la correlación de la primera estación de trabajo y por último la gráfica inferior es la correlación de la segunda estación de trabajo.

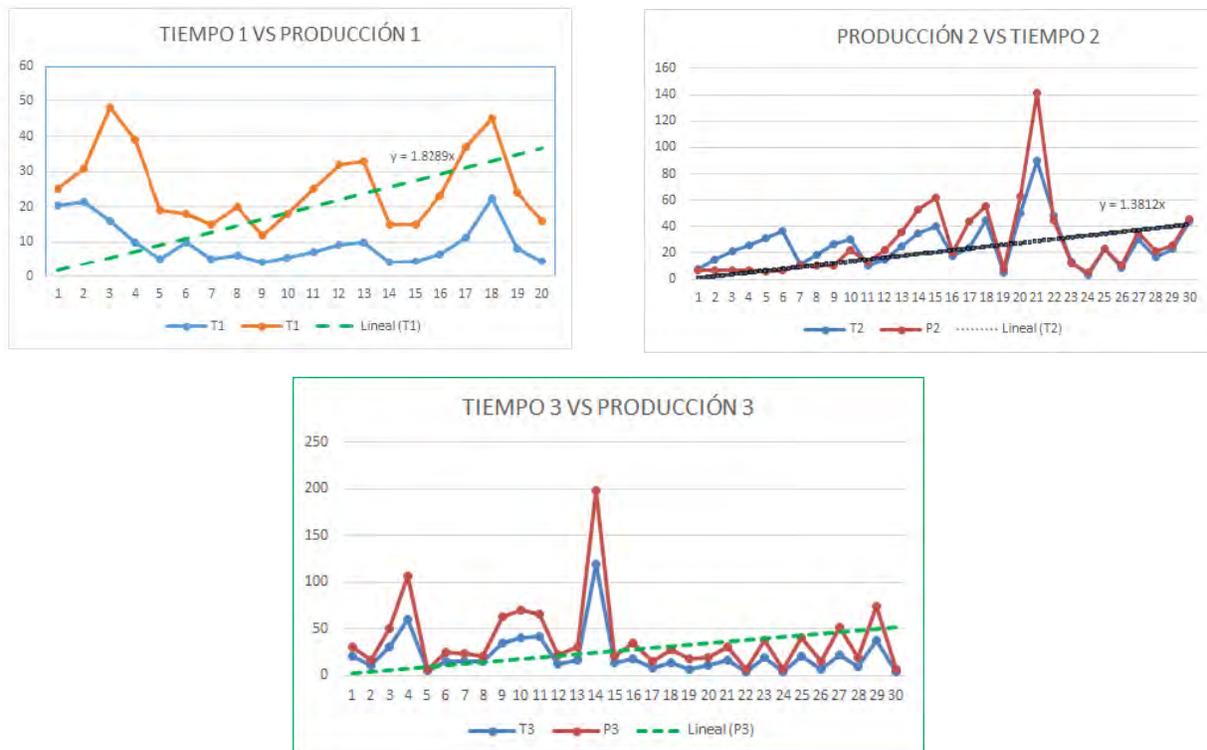


Figura 4 Gráfico de la producción vs tiempo.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La tabla 2 muestra que la variable independiente que tiene más correlación con la variable dependiente producción es el tiempo con una correlación de  $r=0.9250$ . También mantiene una correlación positiva fuerte los productos que no pasan como aceptables con respecto al tiempo, con  $r=0.7435$ . En la línea de producción en serie la variable independiente temperatura es la que presenta menos correlación con  $r=0.1621$ . En combinación la producción (y) con respecto a las variables independientes temperatura, humedad, productos que no pasan y el tiempo de producción es el resultado con mayor correlación de la línea de producción con  $r= 0.9580$ .

La tabla 3 muestra los resultados de ambas estaciones de trabajo, dando como resultado lo siguiente: las correlaciones no son similares debido a que en las estaciones de trabajo no estuvo trabajando el mismo operario, una de las estaciones está limitada a solo 3 niveles de altura y la otra estación puede trabajar entre cualquier altura entre 70 y 93cm. La correlación más fuerte de la variable dependiente (y) con la independiente es el Tiempo (X6) con  $r= 0.8750$  para la estación 1 y  $r= 0.99349$  para la estación 2 y también se coincide que al tomar más variables de las condiciones de trabajo el pronóstico será más preciso al tener una correlación más fuerte positiva. La tabla 3 muestra que en ambas estaciones de trabajo las variables independientes temperatura, humedad, altura y tiempo de producción son en conjunto que muestran mayor correlación el ruido y la iluminación afectan a la producción pero sería más difícil encontrar una correlación fuerte positiva.

En ambas estaciones de trabajo se determina que después del tiempo la altura es la que muestra mayor correlación con respecto al tiempo y si fueran solo las dos variables independiente a comparar con respecto a la producción, su correlación casi es perfecta positiva con  $r_1= 0.9408$  y  $r_2=0.9935$ .

Este estudio deja abierta la línea de investigación de diseños experimentales para determinar la diferencia significativa de diferentes tipos de alturas de la estación de trabajo. También, estudiar a fondo a cuantos grados la temperatura y el ruido son determinantes en la producción.

## CONCLUSIÓN

El estudio muestra que la altura de la estación de trabajo o la línea de producción son determinante para un desempeño eficiente del operario. Si combinamos la variable altura con el tiempo de producción con respecto a la producción del operario la correlación existente es mayor que de manera separada para los casos de estudio, esto da entender que tomando estas dos variables podemos predecir la producción del operario con mayor facilidad. Con los resultados obtenidos se demuestra que la producción tiene también correlación positiva fuerte con respecto a la temperatura, humedad e iluminación pero es menor que la altura de la mesa y el tiempo de producción. Por último se demuestra que la iluminación es la que tiene menos correlación con la producción, seguida de la humedad en el lugar de trabajo. En conclusión las condiciones de trabajo del medio ambiente son determinantes para el incremento de la producción en una estación de trabajo y la altura es la de mayor importancia.

## REFERENCIAS

- [1] Párraga V. Ma. Del Rosario. Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir fatigas de estudiantes y docentes. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional Mayores de San Marcos facultad de Ingeniería industrial 2014.
- [2] Niebel Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfaomega. 12ª. Edición.
- [3] Guía del instructor para la enseñanza del software Solidworks. Serie de diseño de ingeniería y tecnología. 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una compañía de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord.
- [4] Ramírez Cavassa, C. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega LIMUSA (Biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería Industrial – UNP).
- [5] Montgomery Douglas, Control estadístico de calidad, Tercera Edición, Limusa-Wiley; México, 2004
- [6] Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román; Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mc Graw Hill, Primera Edición, México 2004.
- [7] García Criollo Roberto. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo, Editorial Mc Graw Hill.
- [8] Vallejo González José L., Principios Ergonómicos para la estación de trabajo, Segunda parte. 20 de enero del 2009.
- [9] Ramírez Cavassa, C. Ergonomía y Productividad. Editorial Noriega LIMUSA (Biblioteca especializada de la Facultad de Ingeniería Industrial – UNP).

## Modelo de diseño para fomentar la innovación en pequeñas organizaciones manufactureras

M. en Val. Verónica Zendejas Santín<sup>1</sup>, M. en C.T.E. Laura Teresa Gómez Vera<sup>2</sup>,  
M.en D.E Elizabeth Ramírez Pérez<sup>3</sup>.

### Resumen

Los diseñadores que colaboran con pequeñas organizaciones enfrentan grandes desafíos en el planteamiento de los procesos de innovación; esto puede ser aprovechado al visualizar estas organizaciones como entidades donde se desarrollan proyectos innovadores que logren generar experiencias en los usuarios mediante objetos elaborados a baja escala de producción y ediciones especiales, incorporando al diseño en el vector de las interrelaciones entre individuos, debido a sus propias funciones, ya sean prácticas o simbólicas. Esto implica para el diseño, un mayor compromiso con la cultura y los requerimientos contextuales, tanto del colectivo de consumo como de la organización misma. Por tanto, habrá que entender el camino de la percepción, que es justamente la que abre la oportunidad de nuevas relaciones con objetos que solucionen necesidades aún no atendidas, con innovación enfocadas a pequeños colectivos que tengan la viabilidad de encontrar espacios de aceptación para nuevos objetos de diseño factibles de comercializar.

**Palabras clave:** colectivo, diseño, innovación, organización.

### Abstract

Designers who work with small organizations face, along with them, great challenges to the innovation process; this circumstance can be utilized to understand these organizations where innovative projects through its symbolic achieve experiences users create objects made by low scales of production and special editions, incorporating design in vector develop interrelationships between individuals belonging to certain groups and its relations with the objects due to their own functions and are practical or symbolic. This perspective involves the design greater commitment to culture and contextual requirements, both collective consumption and the organization itself. Designers have to understand the way of perception for certain fragment of the collective that assigns values and situated spaces where these values intersect with areas of mobile noise; are precisely those that open the opportunity for new relations with objects that solve needs still unmet opening up possibilities for innovation aimed at small groups to find feasible spaces acceptance of new objects of feasible design to manufacture.

**Keywords:** collective, design, innovation, organization.

### Introducción

Desde la perspectiva del diseño industrial, es de interés particular revisar las condiciones en las que opera el sector manufacturero, siendo éste, según lo reportado por el INEGI (2014), "el sector más importante en la generación de la producción bruta total al registrar 48.2% del total nacional". El 96.6% de sus unidades económicas son micro o pequeñas, desde la base del personal ocupado que registra entre una a 10 personas. Esas empresas se enfrentan a retos de gran magnitud, por lo que cerca del 38% de ellas corren el riesgo de desaparecer durante su primer año de vida, (INEGI, 2015). Es entonces pertinente apuntar la atención hacia el sector de las "organizaciones manufactureras micro y pequeñas" desde el ámbito de la gestión del diseño. El quehacer del diseñador industrial ha sido redefinida por el Icsid<sup>4</sup> (2015) y en cuya visión, dicho profesional queda comprometido con la solución de problemas desde un ámbito estratégico e innovador<sup>5</sup>.

En lo particular, dichas empresas afrontan continuamente riesgos comerciales y de deterioro de las fuentes de abastecimiento, así como "un debilitado mercado interno, el crecimiento desmedido de las importaciones, contrabando y subvaluación" (Gómez, 2014). Entre los subsectores más vulnerables se encuentran el de la fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, fabricación de productos textiles y fabricación de muebles.

<sup>1</sup> M en Val. Verónica Zendejas Santín, Profesor Investigador del Centro de Investigación en arquitectura y Diseño; Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx. [verozendejas3@gmail.com](mailto:verozendejas3@gmail.com)

<sup>2</sup> Mtra. Laura Teresa Gómez Vera, Profesor Investigador del Centro de Investigación en arquitectura y Diseño; Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx.

[lagov13@gmail.com](mailto:lagov13@gmail.com)

<sup>3</sup> Mtra. Elizabeth Ramírez Pérez, Profesor de Medio Tiempo de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UAEMéx.

[di.elizabethramirez@gmail.com](mailto:di.elizabethramirez@gmail.com)

<sup>4</sup> Icsid, por sus siglas en inglés: *International Council of Societies of Industrial Design* es una organización no lucrativa fundada en 1957 que promueve y protege los intereses de los profesionales del diseño industrial.

<sup>5</sup> "At the 29th General Assembly in Gwangju, South Korea, the Professional Practice Committee unveiled a renewed definition of industrial design as follows: "Industrial Design is a strategic problem-solving process that drives innovation, builds business success and leads to a better quality of life through innovative products, systems, services and experiences."(Icsid, 2015).

Al interior de las estructuras de ese tipo de organizaciones —basadas en una corta línea jerárquica, se busca estrechar la participación colaborativa y multidisciplinar, principalmente en áreas referentes al diseño. Este panorama puede replantear esas estructuras, como lo describe Mintzberg, en androcracias operativas que faciliten la flexibilidad organizativa adecuada al contexto para promover pequeñas organizaciones innovadoras (Mintzberg, 1991). Hablar de la gestión del diseño en una pequeña organización innovadora, tiene que ver con las reflexiones recientes sobre este tema; por ejemplo, aquellas teorías que identifican al diseño como configurador de experiencias (Beverly, 2013) en cuyo caso, los diseñadores se enfrentan a llevar a cabo proyectos centrados en el usuario. “Una de las formas en las que el pensamiento de diseño conocido como “design thinking” se manifiesta, es a través de las experiencias de clientes reales, es decir las formas en las que un cliente interactúa con una marca”, resaltando la obligada interacción previa del diseñador con el cliente para lograr la comprensión de sus experiencias. Rey (2013) advierte que “lo que propone el pensamiento de diseño, es observar y escuchar al cliente en el contexto natural en que desarrolla su actividad” para generar innovación. El presidente de IDEO, también señala que la innovación debe tener en cuenta el comportamiento humano, las necesidades y sus preferencias (Brown, 2008).

Dicha condición implica, por una parte, atender los problemas de subsistencia antes mencionados y, que a pesar de las limitaciones estructurales de las organizaciones, no se eludan los inminentes procesos de innovación —actividad indispensable para la economía de las empresas micro y pequeñas, —al tiempo de buscar las alternativas necesarias para enfrentar las capacidades productivas, considerando que los objetos y los procesos que demandan una alta producción industrial no tienen cabida en las organizaciones de este tipo.

La innovación, ya sea de proceso, producto, organizacional o de mercadotecnia, es desde la perspectiva del consumo una condicionante para el diseño de nuevos objetos, en donde sus beneficios deben ser manifiestos para impulsar su introducción en el mercado. Particularmente, la innovación de procesos se refiere a factores tales como: cambios necesarios en los procesos por la introducción de nuevos productos; mejoras en el proceso asociadas al producto; cambios en una parte específica del proceso; modificación en las líneas de producción; o mejoras en el proceso para aumentar la eficiencia o reducir costos (PNT, 2012). Todo esto conlleva riesgos para introducir nuevos productos, lo cual puede ser alto y costoso, mientras que la curva de aceptación del mercado corre el riesgo de ser baja y prolongada.

### **El diseñador y su relación con las pequeñas organizaciones manufactureras**

Es justo desde la visión del diseñador que se aprovechan todas aquellas circunstancias internas y externas como fortalezas de las pequeñas organizaciones manufactureras locales y, desde esa perspectiva, se induce a que el empresario las comprenda para conformar una organización innovadora, que tal como lo menciona Mintzberg & Voyer (1997) requieren una configuración diferente. Esto se refiere a las estructuras organizacionales, su relación multidisciplinaria y sus formas de producción como entidades donde se desarrollan proyectos innovadores con una fuerte carga simbólica para generar experiencias en los usuarios. Además, considerar aquellos productos que puedan ser elaborados a baja escala de producción y/o de ediciones especiales, lo que aporta mayor valor al producto y facilita el uso eficiente de las tecnologías apropiadas “rompiendo con patrones establecidos; ya que la organización innovadora no puede depender de ninguna forma de estandarización para la coordinación de sus acciones.” (Mintzberg & Voyer, 1997).

A partir de esa postura, el diseño es la actividad creativa que provee de signos y símbolos a los objetos sujetos a producción, (independiente del tipo o tamaño de la organización manufacturera) cuya eficiencia es capaz de satisfacer necesidades de un colectivo social, entendiendo a las necesidades como aquellas que expresan la vinculación práctica del hombre con el mundo, como condición y premisa de alguna actividad concreta.

Bürdek (1994), manifiesta que “como diseñador se debe entender este lenguaje y tener la capacidad de hacer hablar a los objetos por sí mismos, pues en el orden de las formas, este lenguaje resalta valores intuitivos que apenas son reproducibles figurativamente” encontrando en la comprensión del contenido de ese lenguaje el fundamento de la concepción del objeto como un ligamento entre los significados simbólicos y las posibilidades productivas de la pequeña organización manufacturera. Así se establecen campos de interacción entre la intención primera del diseño y la aceptación del usuario a partir de sus valores.

Bajo esta perspectiva, la intervención profesional del diseñador implica mayor compromiso con la cultura y los requerimientos contextuales, tanto del colectivo de consumo como de las organizaciones que están implicadas en la producción, considerando que sus posibilidades reales no son ajenas a una sociedad tecnológicamente comunicada que tiende a reducir la brecha digital en todos los ámbitos. A pesar de ello, la propuesta no debe tecnificar la conceptualización del diseño. Cabe mencionar a Bürdek (1994) quien refiere que “la integridad con el contexto

cultural significa también ser capaz de descifrar los sistemas sociales de signos, sus significados evidentes y ocultos afirmando que donde existe la sociedad, cualquier uso se convierte en signo de uso”. Aunque existen otras formas simbólicas que van más allá del uso, la significación de un objeto también puede involucrar a los vectores funcional, expresivo, comercial y tecnológico como una manifestación de las propias posibilidades productivas y tecnológicas de la época. Sobre esta misma línea y particularmente para el colectivo de consumo, Rodríguez (2004) menciona que se establecen dos factores a partir de la “relación costo beneficio... que se convertirá en una relación costo simbolismo para que la competitividad de una empresa se logre por su diferencial simbólico”.

### El diseñador y su relación con el colectivo

De manera paralela a la estructura de las organizaciones, se encuentran limitaciones para lograr una departamentalización flexible que les permita la investigación y el desarrollo, sobre todo en ámbitos de mercado. Por tanto, el diseñador industrial puede abordar dichas actividades, como un profesional externo, para ejecutar creativamente propuestas innovadoras que le otorguen a la organización la oportunidad de concretar ciclos de consumo favorables. Es entonces preciso ubicar al diseño como resultado de un proceso fenomenológico, que sugiere la integración del objeto producido al contexto del colectivo de consumo. Por ejemplo, se puede abordar desde el ámbito de la antropología del diseño como “el uso de ideas sobre objetos configurando la vida material y las ideas, cuyos asuntos son lo cotidiano, la imaginación y lo concreto, las creencias y los paradigmas desde lo que construimos, aquello que nos parece lo real y lo importante” (Juez, 2000).

Habrà que involucrarse en esos colectivos, identificando vínculos de convivencia con los objetos y la relación que se establece con o a partir de ellos, entender “la visión de la realidad y uso del mundo” (Irigoyen, 2002). Desde ahí se ha de llevar a cabo la construcción misma del diseño, comprendiendo aspectos de significación y valores, apuntando que “en los objetos de diseño la ideología se incorpora en el proceso de su realización, representando la intención de ser la síntesis más universal y compleja del cauce que toman las expresiones, interpretaciones, convicciones, valoraciones y sentido de los objetos o, en su caso, tal como lo define Juez, (2000), “calificando, definiendo y diseñando” el objeto restringido por los ritos, mitos, prácticas, intuiciones y conocimientos de cada comunidad que guarda en su memoria colectiva aquello que le es significativo, otorgando así a los objetos su propio carácter.

Dado que los objetos son comprendidos a partir del uso, se les otorgan atributos de acuerdo a la experiencia —más allá de los materiales— y se les da sentido asignándoles su propio carácter, es decir su esencia. Ahí justamente comienzan a formar parte de la conciencia colectiva e individual que los hace identificables; es entonces que el uso se convierte en un factor indispensable de ser estudiado y desde donde abordar las funciones del objeto mismo. Muchas son las acepciones que existen frente a las funciones del diseño. Bürdek (1994) menciona que existen relaciones hombre-producto que se establecen a partir de “funciones estético formales, indicativas y simbólicas”, mientras tanto Löbach (1976) clasifica a las funciones como prácticas, estéticas y simbólicas. El “método teórico comunicativo del diseño desprendido del trabajo de Mukàrovsky dentro del marco de la semiótica, permite inferir dentro de las funciones del producto, que se pueden diferenciar en prácticas y señaléticas” (Bürdek, 1994).

Por la importancia que tiene el uso, así como la atención que merecen los aspectos estéticos en el proceso mismo del diseño, se pueden afrontar las funciones del objeto desde la propuesta de Löbach. De esta manera, los diseñadores incorporan las interrelaciones entre sujetos que pertenecen a determinado colectivo y las relaciones de éste con los objetos con base en sus propias funciones ya sean prácticas o simbólicas.

#### **Estrategia para definir la orientación del proyecto**

A partir de focalizar con precisión un colectivo para su estudio, el diseñador orienta el proyecto de diseño con la premisa de ser factible de manufacturar y comercializar. Para el caso particular de las pequeñas organizaciones, habrá que identificar los llamados campos de vinculación planteados por Juez (2000), donde el diseñador puede localizar diversas “metáforas” que se van mezclando con las funciones ya establecidas en la colectividad estudiada, incluyendo las que pertenecen a las funciones de los objetos que generan cambios paulatinos en las relaciones y estructuras al interior del campo; lo que a su vez permite establecer continuamente nuevas funciones.

Llamamos fenómenos a las diversas circunstancias que tienen que ver en las relaciones dentro de un campo y, que a su vez, tienen valores definidos por la colectividad que mantienen una continua relación al reconocer zonas de ruido; el caos propicio para la innovación.

Dos tipos de ruido pueden ser identificados, el primero llamado ruido inmóvil donde se establecen relaciones tan arraigadas en la colectividad que pudieran llegar a ser mitos; el segundo, se refiere al ruido móvil que incorpora zonas de transición con relaciones aún no arraigadas que presenta la oportunidad de generar necesidades; aquí el

grupo social no ha fincado con profundidad las correspondencias con los objetos y se pueden mostrar espacios de aceptación para el cambio de dichas correspondencias.

Por otra parte se encuentra el camino de la percepción que va adicionando un cúmulo continuo de aprendizajes y establece las condiciones de las relaciones y los valores culturalmente aceptados, en los que se basan justamente las posibilidades de aceptación de los objetos para determinados grupos. Con este modelo se pretenden enfocar las áreas de oportunidad para introducir productos de diseño innovadores para ser fabricados en pequeña escala.

### **Estrategia para definir los requerimientos objetivo**

Una vez definida la orientación del proyecto de diseño industrial, el diseñador podrá iniciar el trabajo con datos duros que le permitan puntualizar los elementos que son necesarios para el desarrollo del mismo. Para las etapas subsecuentes es recomendable el uso de herramientas, tales como las “plataformas de análisis” identificadas por diversos autores, y que son sugeridas para la resolución de problemas de orden económico-productivo, a la vez que se interpolan en el modelo de desarrollo de productos con enfoque multidisciplinario propuesto por Ulrich (2004), lo cual permite llevar al producto hacia su implantación en el colectivo de manera ágil. No obstante, el uso y elección de las herramientas depende de las exigencias del diseñador, del dominio que tenga sobre de ellas y del tipo de proyecto que desarrolle. Mas adelante se mencionan las generalidades de las herramientas que se sugieren y la función de interacción de éstas sobre el modelo.

Se procede entonces a la identificación de requerimientos objetivo, —entendiéndolos como la comprensión de las necesidades del cliente y traducidas en función de sus especificaciones técnicas, funcionales y estéticas— y a su comunicación eficaz al equipo de desarrollo, trasladando éstos a indicadores y variables evaluables. Asimismo, habrá que recordar que al analizar los fenómenos establecidos en el campo de vinculación del colectivo seleccionado, sobresalen las relaciones de los individuos con su mundo material y el valor que les representa en su propio contexto.

En el contexto antes descrito, habrá que detectar a los principales competidores con base en la evaluación del entorno material que se ofrece a partir de los mismos valores que el colectivo le asigna. Como se muestra en la Figura 1, este proceso se puede realizar con ayuda de algunos elementos replanteados de la matriz correspondiente al despliegue de la función de calidad conocida como QFD por su siglas en inglés *Quality Function Deployment* (Madu, 2006). Ésta funciona como plataforma de análisis ya que permite elegir necesidades objetivo intersectando en un análisis matricial aquellas de mayor importancia para el colectivo y de las que la competencia muestra poca atención, convirtiendo éstas últimas en oportunidad para la innovación. Con esta misma herramienta se asigna a cada necesidad un requerimiento que la satisfaga y que al ser evaluado matricialmente contra las necesidades objetivo, se localizan aquellos elementos que se puedan considerar prioritarios por mantener mayor relación con los valores asignados.

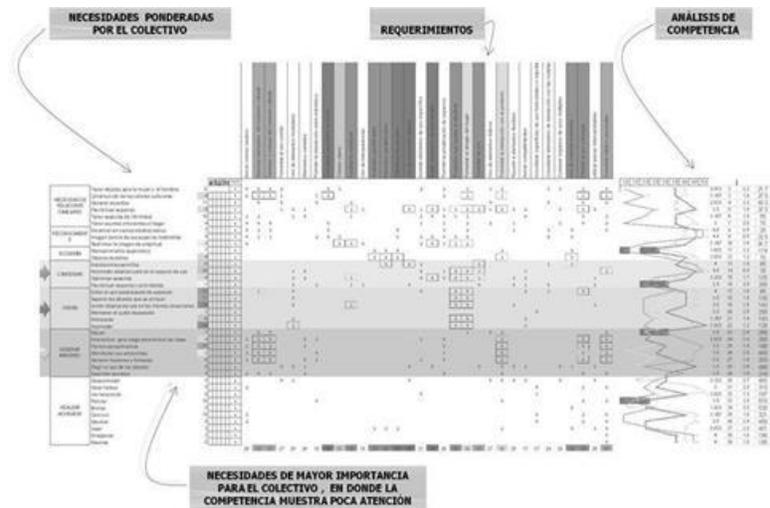


Figura 1 (Esquema de análisis de una matriz QFD)

En esta fase del desarrollo, la confianza entre el diseñador y los líderes de la organización es trascendente para lograr la innovación, ya que es recomendable analizar las posibilidades económicas para reflexionar no solo acerca de la capacidad productiva, sino de las posibilidades de desarrollo aprovechando el activo fijo, las utilidades y el

flujo de capital. Para el análisis en esta etapa se propone utilizar la matriz conocida como SWOT por su siglas en ingles *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (Pahl & Richter, 2009), cuya aplicación permite al diseñador identificar con claridad fortalezas y debilidades al interior de la organización y confrontarla contra las oportunidades y amenazas que se encuentran en su ámbito externo (social, cultural, económico, político y ambiental), y facilitar así la determinación de estrategias alternas a los posibles eventos que se presenten, para encontrar las especificaciones objetivo que el proyecto debe cumplir. Bajo ese esquema, el mismo trabajo de identificación y análisis de las necesidades del colectivo y la competencia evaluada desde los valores asignados, se aprovecha para conocer la disposición al pago del futuro producto, que hasta esta etapa cuenta con una orientación específica que se puede calcular por el precio pagado a la competencia. Con base en el precio que la compañía espera que el usuario final pague por el producto y en los márgenes de utilidad que se requieren para cada etapa del canal de distribución incluyendo a la organización (Ulrich, 2004), se establece, tal como se muestra en la figura 3, el valor de la especificación del costo de manufactura afectando directamente las especificaciones del tipo de producto a desarrollar, aportando elementos financieros, productivos y administrativos de la organización y del colectivo seleccionado, previo al desarrollo del concepto. La plataforma de análisis para concluir la fase, es el cálculo del costo objetivo (Belio Galindo, 2007).



Figura 2 (Propuesta para el cálculo del costo objetivo tomada de Ulrich)

Hasta aquí existen elementos previos a la conceptualización del diseño que permiten reducir riesgos sobre la aceptación del colectivo a la propuesta, que con análisis previos se puede integrar por uno o por una colección limitada, familia o sistema de objetos; así, afianzar la decisión sobre él o los objetos que se manufacturaren y de sus características principales. En esta fase se considera la posibilidad de realizar alianzas con otras organizaciones manufactureras que pueden aportar otros factores de innovación a la propuesta.

**Estrategia para la toma de decisiones sobre el cálculo del precio de venta.**

Una de las ambigüedades entre el diseñador y las organizaciones se refiere a la viabilidad en la comercialización del producto diseñado. Sin embargo, las variables de valor para la selección de la alternativa final del diseño privilegia la toma de decisiones con bases cualitativas y cuantitativas establecidas hasta ese punto del proceso. En el contexto de las pequeñas organizaciones manufactureras se puede concretar en beneficios sobre la utilidad, el aprovechamiento de sus recursos y la respuesta eficiente a la demanda; de ahí que la propuesta se oriente a ediciones especiales de producción limitada, acompañada de una propuesta económica competitiva que se basa en el cálculo del precio de venta objetivo (Belio, 2007) de cuyos resultados se pueden tomar diversas decisiones que repercutan en el panorama económico del proyecto. En la figura 3 se muestra un ejemplo en donde resalta la determinación del costo de los recursos humanos y materiales que intervienen en cada proceso. Ello demanda contar con una relación amplia de proveedores, y que en conjunto, dichos recursos determinen el tiempo de elaboración del producto.

CONOCER COSTOS DIRECTOS DE LA PRODUCCIÓN				CONOCER DISTRIBUCIÓN DE GASTOS			DEFINIR MÁRGENES Y ESTABLECER PRECIO		TASA DE IMPUESTOS		
MATERIA PRIMA DIRECTA	MAHO DE OBRA DIRECTA	COSTOS DIRECTOS DE UNA EDICIÓN	COSTO DE PRODUCC. X UNIDAD	GASTOS FIJOS	COSTOS DE UNA EDICIÓN (LOTE)	COSTO POR UNIDAD	MARGEN	PRECIO DE UNA EDICIÓN (LOTE)	PRECIO POR UNIDAD	TASA	
costo de materia prima por edición especial	costo mano de obra por edición especial	\$ 32,575.47	\$119,952.33	\$341.68	\$23,000.00	\$142,952.33	\$168.85	margen bruto por lote: \$ 78,923.78	\$241,576.38	\$241.71	tasa por edición especial: \$22.204

Figura 3 (Costos básicos que el diseñador debe conocer)

Las organizaciones innovadoras evalúan la respuesta del usuario mediante pruebas de concepto, absorbiendo los costos de la manufactura del o los prototipos necesarios para su implantación en un colectivo determinado. Se sugiere que esas pruebas se realicen con grupos reducidos en la medida que requiere de menor inversión. La variable a evaluar será la asignación de los valores respecto al objeto en su interacción con el sujeto, lo cual debe arrojar información y datos cualitativos acerca de la aceptación del producto en cuanto a sus funciones prácticas, tal como el uso y, en cuanto a sus funciones sónicas como respuesta de la interpretación del usuario. Finalmente se deben ajustar las propuestas y proceder al proceso de aprobación del producto para su posterior comercialización. En la figura 4, se muestra un mapa general del modelo estratégico para la innovación de las pequeñas organizaciones manufactureras, donde se aprecia la secuencia y trascendencia de la identificación del colectivo a atender al determinar el ruido móvil como un espacio propicio para la innovación. Como éste no se repliega a un análisis simple, es a través de la interacción con otros métodos y técnicas que no implica una inversión insostenible para las pequeñas organizaciones, lo que trasciende hasta determinar una viabilidad productiva, que garantiza la aceptación del producto en un colectivo ya estudiado.

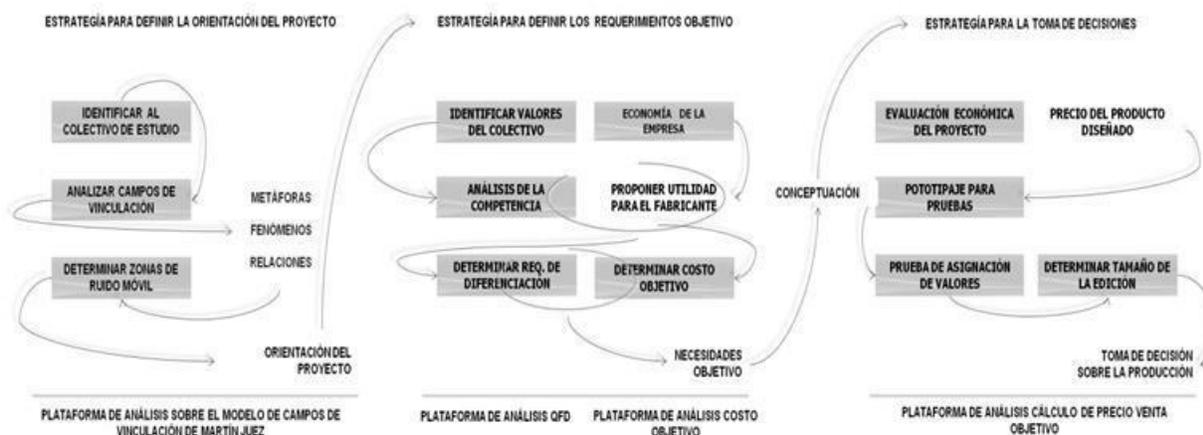


Figura 4. Mapa general del modelo estratégico.

### Conclusiones

En el entorno de los países latinoamericanos, con quienes compartimos similitudes económicas, socioculturales y comerciales, se ha hecho un esfuerzo desde finales de los setentas por elevar el desempeño de los diversos sectores industriales, sobre todo de tamaño micro y pequeño. Al respecto son muchos los diseñadores que no solamente se han preocupado por el desarrollo de estas industrias, sino que además han generado interesantes propuestas y también algunas protestas. Ellos han sido los promotores de lo que hoy se conoce como el “diseño estratégico”, que en su aplicación ha encontrado ciertos elementos metódicos y lógicos que facilitan la aplicación de dicha forma de reinterpretar el diseño en un sector económico muy complejo. Por las características propias de la disciplina, la orientación de dichas estrategias se dirige hacia la realización y comercialización de productos, que además, se acompaña de una gran cantidad de elementos intangibles y del servicio que el propio producto demanda. Esos intangibles se relacionan con una serie de propiedades cualitativas que aún los programas de cómputo avanzados no pueden interpretar y que aunque indiquen sistémicamente factores cuantitativos como tiempos, utilidades y cantidades, entre otros, están lejos de reinterpretar la cultura de la que formamos parte. Esto es lo que ya se ha nombrado como lo humano del diseño, fortaleciendo estos conceptos con las propuestas de Martín Juez.

### Recomendaciones

Habrá que comprender el camino de la percepción para cierto fragmento de la colectividad con que se asignan los valores y se ubica el espacio en donde esos valores se cruzan con zonas de ruido móviles que abren la oportunidad de nuevas relaciones con objetos que solucionen necesidades aún no atendidas en el entorno del diseño. También habrá que identificar las zonas en donde surgen esos valores como espacios de oportunidad para la conceptualización de diseños que se materialicen bajo determinados procesos de producción, y de esta manera aportar argumentos de innovación a las pequeñas organizaciones que estén enfocadas a pequeños colectivos factibles de ser observados y estudiados, para encontrar espacios de aceptación a los productos manufacturados. Esta propuesta, que se suma a otras ya realizadas por algunos colegas, se enfrenta al limitado entendimiento del diseño en los ámbitos micro empresarial que etiquetan la inversión en proyectos de diseño estratégico como un riesgo. Es entonces que buscamos contribuir con este recorrido a fortalecer la gestión del diseño, mostrando sus amplias posibilidades, pero también sus dificultades.

## Referencias

- Belio Galindo, J. L. (2007). *Claves para gestionar precio, producto y marca. Como afrontar la guerra de precios*. Madrid: Grupo Wolters Kluwer.
- Beverly, R. I. (2013). *Design Thinking for Entrepreneurs and Small Businesses: Putting the Power of desing world*. California. US: A press.
- Brown, T., 2008. *Harvard Bussines Review*. [En línea]
- Bürdek, B. (1994). *Diseño, teoría y práctica del diseño industrial*. Madrid: Gustavo Gili.
- Bürdek, B. (1994). *Diseño, historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Bcelona, España: Gustavo Gili.
- PNT, Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación. [2012]. Modelo Nacional de Gestión de Tecnología. FPNT, México.
- Gómez, T. A., 2014. ¿Hasta cuándo entenderán lo que vive la industria manufacturera?. Diario *El Financiero*, 31 Marzo. [En línea]
- ICSID, 2015. *Redifining Industrial Design*. Disponible en: <http://www.icsid.org>.
- INEGI, 2014. <http://www.inegi.org.mx>. Disponible en:  
[http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/m\\_pymes\\_ce2014.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/minimonografias/m_pymes_ce2014.pdf)
- INEGI, 2015. *Boletín de prensa 87*, Aguascalientes, México: INEGI.
- Irigoyen (2002). *Filosofía y Diseño*. s.l.:UAM-Xochimilco.
- Juez, M. (2000). *Contribuciones para una antropología del Diseño*. México: Gedisa.
- Löbach, 1976. *Diseño Industrial*. s.l.: Gustavo Gili.
- Madu, N. C., 2006. *House of Quality in a Minute*. Segunda ed. USA: Chi Publishers Inc.
- Mintzberg, H., (1991). *Mintzberg y la dirección*. Madrid, España: Díaz de Santos S.A.
- Mintzberg, H. & Voyer, Q. (1997). *El proceso estratégico, conceptos y casos*. s.l.:Prentice Hall.
- Pahl, N. & Richter, A. (2009). *SWOT Analysis. Idea, Methodology And A Practical Approach..* Berlin: GRIN Verlag.
- Rey, A. A., 2013. <http://www.emotools.com/>. [En línea]
- Rodríguez, G. (2004). *Diseño, Estrategia y Táctica*. México: Siglo XXI.
- Ulrich, K. (2004). *Diseño y desarrollo de productos*. s.l.:Mc Graw Hill.

# LA CALIDAD DE VIDA EN EL TRABAJO Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO HUMANO

Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras<sup>1</sup>, Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga<sup>2</sup>, Dra. María Eugenia López Ponce<sup>3</sup> y MCCA María Sonia Hernández Duarte<sup>4</sup>

**Resumen-** Pareciera un término muy trillado, la calidad de vida en el trabajo, pero sin embargo tan necesario y falta de aplicación. El trabajo es la parte que rodea al ser humano en tiempo y espacio, de este se obtienen las cosas que son necesarias para la supervivencia en todos los planos, material, social, político, familiar, etc. Por otra parte, se pone de relieve la importancia que tiene este tema en procesos como rendimiento, productividad, absentismo, rotación, conflictividad, satisfacción, eficacia, eficiencia organizacionales.  
**Palabras Clave-** Calidad de vida, trabajo, impacto, desarrollo humano.

## Introducción

Hablar de calidad de vida laboral, es últimamente uno de los temas de coyuntura internacional debido a que la situación laboral a nivel mundial está pasando por un momento de crisis, donde el nivel de precariedad va en aumento y el logro de condiciones laborales que se habían obtenido en los últimos dos siglos ha disminuido, en gran parte por el capitalismo global<sup>1</sup> (Navarrete, 2005). La calidad de vida en el trabajo es uno de los retos complicados que tiene toda organización, pues esta garantiza que el comportamiento, productividad y calidad cumplan con los objetivos previamente fijados en cada área. El término “CALIDAD DE VIDA EN EL TRABAJO” que traducido al inglés quiere decir ““QUALITY OF WORK LIFE” (QWL), tuvo sus orígenes en una serie de conferencias patrocinadas al final de los años 60 y comienzos de los 70 por el Ministerio de Trabajo de los EE.UU. y la Fundación FORD. Este término fue acuñado por Louis Davis en 1970, a través de este pretendía señalar la preocupación e interés que debería darse en toda organización el bienestar y la salud de todos sus empleados para que estos laboraran óptimamente sus tareas. Actualmente dicho término incluye también aspectos físicos, ambientales y psicológicos del lugar de trabajo implicando con ello un profundo respeto por la comodidad de las personas, por su satisfacción, y por su motivación<sup>2</sup> (Chiavenato, 2004). La calidad de vida en el trabajo se define como: Un concepto multidimensional que se integra cuando el trabajador, a través del empleo y bajo su propia percepción, ve cubiertas las siguientes necesidades personales: soporte institucional, seguridad e integración al puesto de trabajo y satisfacción por el mismo, identificando el bienestar conseguido a través de su actividad laboral y el desarrollo personal logrado, así como la administración de su tiempo libre<sup>3</sup> (González, Hidalgo, Salazar & Preciado, 2009). Otra definición, es el grado de satisfacción y bienestar físico, psicológico y social experimentado por las personas en su puesto y en su entorno de trabajo<sup>4</sup> (Blanch 2003). En este sentido la calidad de vida está relacionada con las condiciones de trabajo, tales como las ecológicas, salariales, de seguridad y salud, protección social, estructura organizacional, etc., por otra parte tiene que ver sobre el grado de identificación que tiene el trabajador con la organización donde labora.

El concepto de Calidad de Vida en el Trabajo propuesto en el presente estudio para la elaboración del instrumento se basa en el Neopositivismo (González 2007), debido a que éste elige como lógica la de las categorías, e incluye como objetos de estudio todos aquéllos que pueden ser descritos en su estructura mediante sus partes. Esta teoría enfatiza también los criterios de validez, señalando la objetividad y la pertinencia como criterios, y busca la objetividad desde el momento en que se hace la construcción conceptual de cada una de las variables y sus indicadores, para tratar de demostrar que realmente estos parámetros son los que nos reflejarán la CVT

Es de suma importancia saber, conocer y comprender cuales son las necesidades del capital humano y de igual manera conocer cuál es el impacto que provoca en el desarrollo humano dentro de cualquier organización o empresa.

<sup>1</sup> El Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras es Profesor de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco México. [jorgezuco6@gmail.com](mailto:jorgezuco6@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco, México [goys\\_62@yahoo.com.mx](mailto:goys_62@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Dra. María Eugenia López Ponce es Profesora de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Calkini en Campeche, Campeche, México. [maruca23mx@hotmail.com](mailto:maruca23mx@hotmail.com)

<sup>4</sup> La MCCA. María Sonia Hernández Duarte es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías), Tlaquepaque, Jalisco México. [soniduarte@hotmail.com](mailto:soniduarte@hotmail.com)

Esta investigación se fundamenta en lo siguiente: 1) las características de la vida en el trabajo –poca calidad, mucha calidad- que tiene el capital humano. 2) El trabajador es el interlocutor válido para dar información sobre sus propias experiencias y necesidades, sobre todo ahora que la precariedad laboral está en su máximo esplendor.

El trabajo es el lugar donde se perfecciona la calidad de vida laboral, pues es ahí donde pasa más tiempo, es por esto que es de suma importancia que tanto la organización como el trabajador conjunten esfuerzos y se involucren en estas tareas para lograr no solo los objetivos organizacionales sino personales.

En épocas anteriores este tema no cobraba importancia ni relevancia, pues las condiciones tanto económicas, políticas y sociales, no había competencia extrema, se tenía mercados cautivos y por supuesto la economía no sufría cambios drásticos y, por lo tanto; no se requería que se buscaran los tipos de incentivos para los trabajadores.

Hoy en día este panorama es totalmente diferente, hay incertidumbre laboral en cuanto a su permanencia, tanto por parte de la empresa como por parte del propio trabajador, la globalización, aumento de competencia, fluctuación de la moneda, etc. Hoy las empresas están obligadas a elevar su productividad y su calidad en los productos o servicios que ofrecen, y para lograr esto, en su gran porcentaje depende de la forma en como está formada su calidad de vida laboral, pues el factor más importante e imprescindible es el recurso humano, y si este no tiene una satisfacción o no siente que su entorno laboral no tiene los parámetros de calidad, en donde empiezan a generarse problemas que no solo afectan a la productividad sino al propio capital humano en cuanto a su satisfacción tanto como persona como trabajador.

### **Descripción del Método**

En esta primera fase de la investigación se diseñó y aplicó una encuesta, de carácter exploratorio, cuyo objetivo principal fue recoger información primaria, anónima, sobre exigencias y condiciones del trabajo remunerado que pueden constituirse en factores de excesivo desgaste de la fuerza de trabajo y por ende en factores de riesgo para la salud física y mental de los/as trabajadores/as, La encuesta estuvo enfocada a obtener información sobre algunos aspectos, objetivos y subjetivos (percepciones), del trabajo, referidos a se recogió información relativa a la duración de la jornada diaria y semanal y su distribución – la prolongación de la jornada de trabajo más allá de lo pactado con el empleador sin remuneración, y el tiempo que demora en ir y regresar del trabajo. Se indagó, además, sobre las relaciones interpersonales, en el lugar del trabajo, entre colegas y entre trabajadores y superiores jerárquicos.

### **Comentarios Finales**

**Resumen de Resultados.** Se trabajó con una muestra de 100 trabajadores. Los empleados refirieron tener una satisfacción mediana frente a las necesidades personales, pero en cuanto a las de desarrollo laboral es insuficiente. Se detectó que los empleados más antiguos siguen ahí por cuestiones de seguridad laboral y social, así como por la edad, pues en algunos casos (21 trabajadores) tienen más de 6 años que no han sido promovidos ni siquiera transferidos a otros puestos, insuficiencia en las retribuciones salariales pues no están proporcionando un estándar de vida aceptable, falta de oportunidades para desarrollar habilidades y capacidades tanto en el cargo actual como el poder aspirar a otros, nula oportunidad de ascensos. Esto se vio reflejado en los problemas que han tenido en cuanto a la productividad (número de piezas que deben obtener por día, por semana y por mes), la calidad ha bajado, aumentado el ausentismo, la rotación, absentismo, accidentes laborales, y en algunos casos enfermedades psicosomáticas, comprobándose que la falta de calidad de vida laboral ha provocado poco desarrollo humano.

### **Conclusiones.**

A pesar de ser algo vital en cualquier organización para el desarrollo adecuado de los que la conforman, no en todas se cumple a cabalidad. La calidad de vida laboral es el bienestar del trabajador en una organización, sin embargo hay que reconocer que no todas las organizaciones desarrollan una buena calidad de vida laboral. Es muy importante que las organizaciones tomen en cuenta que para un eficiente desarrollo en el futuro, siempre tengan en cuenta la calidad de vida laboral de sus trabajadores ya que gracias a ellos la organización podrá obtener un buen desarrollo. Los motivos por el cual no se da la calidad de vida laboral son: La mala comunicación, falta de motivación, la insatisfacción laboral; todos estos motivos van ligados al rendimiento del trabajador, de tal manera que si en su centro de labores no se desarrolla los motivos mencionados afectara considerablemente al desempeño del trabajador. Debe existir una comunicación asertiva ya que esto ayudara a mantener una relación estable y sin agresividad respetando a los demás compañeros.

El ser humano necesita de condiciones específicas para poder lograr su desarrollo integral, es decir; tanto personal, profesional, laboral, social, etc., razón por la cual es imprescindible provocar impactos positivos no solo en el capital humano, sino en la misma organización. La calidad de vida laboral es algo esencial para lograr un desarrollo óptimo de las organizaciones, y se debe mejorar a través de programas y contar con políticas activas en la mejora de la prevención de riesgo en el trabajo. Implementar programas para mejorar la calidad de vida laboral debe ser una prioridad en la vida organizacional, para lograr la misión, visión y objetivos de la misma, y que no se convierta solamente en una simulación escrita en papel dorado.

### Referencias

1. Navarrete, F. (2005). Calidad de vida laboral. Revista de la Universidad del Valle de Atemajac 19 (51).
2. Chiavenato, I. (2004). Calidad de vida laboral. En Gestión del talento humano. Colombia: McGraw Hill.
3. González, R., Hidalgo, G., Salazar, J. & Preciado, M. L. (2009). Fundamentos teóricos de la calidad de vida laboral. En Instrumento para medir la calidad de vida en el trabajo CVT- GOHISALO. México.
4. Blanch, Rivas Josep M. (2003). Teoría de las Relaciones Laborales. Editorial UOC, Barcelona. 67.

### Apéndice

PREGUNTAS	FALSO	VERDADERO	NS/NR
1. El jefe se preocupa porque entendamos bien nuestro trabajo. Liderazgo. (Dirección)			
2. Generalmente todos aportamos ideas para mejorar nuestro trabajo. Liderazgo (Estímulo al trabajo).			
3. La mayoría del trabajo de esta organización exige raciocinio. Motivación (Realización personal).			
4. En esta organización se busca que cada cual tome decisiones de cómo realizar su propio trabajo. Motivación			
5. El ambiente que se respira en esta organización es tenso. Motivación (Adecuación de las condiciones de trabajo).			
6. La gente se esfuerza por cumplir a cabalidad con sus obligaciones. Reciprocidad(Aplicación al trabajo).			
7. Con frecuencia nuestros compañeros hablan mal de la organización. Reciprocidad(Cuidado del patrimonio institucional).			
8. Esta organización ofrece buenas oportunidades de capacitación. Reciprocidad(Retribución).			
9. Aquí las promociones carecen de objetividad. Reciprocidad(Equidad).			
10. Los problemas que surgen entre los grupos de trabajo se resuelven de manera optima para la organización. Participación(Compromiso con la productividad).			
11. Los objetivos de los departamentos son congruentes con los objetivos de la organización. Participación(Compatibilidad de intereses).			
12. La información requerida por los diferentes grupos fluye lentamente. Participación(Intercambio de información).			
13. La adopción de nuevas tecnologías se mira con recelos. Participación (Involucrarse con el cambio).			
14. Ocurre con frecuencia que cuando se presenta un problema especial no se sabe quién debe resolverlo. Liderazgo(Dirección).			
15. Aquí se preocupan por mantener informado al personal de las nuevas técnica relacionadas con el trabajo, con el fin de mejorar la calidad del mismo. Liderazgo (Estímulo por la excelencia).			
16. Aquí todos los problemas se discuten de manera constructiva. Liderazgo (Solución de conflictos).			
17. Para cumplir con las metas del trabajo tenemos que recurrir a todas nuestras capacidades. Liderazgo(Estímulo al trabajo).			
18. En este trabajo me siento realizado profesionalmente. Motivación(Realización personal).			
19. En esta institución se estimula al que trabaja bien. Motivación (Reconocimiento de la aportación).			
20. En realidad nunca se ejecutan las ideas que damos sobre el mejoramiento del trabajo. Motivación(Responsabilidad).			

21. Las condiciones de trabajo son buenas. Motivación(Adecuación de las condiciones de trabajo).
22. Aquí uno se siente automotivado con el trabajo.  
Reciprocidad(Aplicación al trabajo).
23. Da gusto ver el orden que reina en nuestro local de trabajo.  
Reciprocidad(Cuidado del patrimonio institucional).
24. Yo me siento muy motivado por formar parte de este grupo.  
Reciprocidad(Retribución).
25. Las normas disciplinarias se aplican con subjetividad.  
Reciprocidad(Equidad).
26. Cuando hay un reto para la organización todos los departamentos participan activamente en la solución. Participación(Compromiso con la productividad).
27. Lo importante es cumplir los objetivos del departamento, lo demás no interesa. Participación(Compatibilidad de intereses).
28. Generalmente, cuando se va a hacer algo mi departamento es el último en enterarse. Participación(Intercambio de información).
29. Las iniciativas de los grupos no reciben respaldo de los niveles superiores. Participación (Involucrarse con el cambio).
30. Si un trabajo parece difícil se retarda hasta que se pueda. Liderazgo (Estímulo por la excelencia).
31. A nuestro superior sólo le podemos decir lo que quiere oír. Liderazgo (Solución de conflictos).
32. En este departamento se reconoce lo valioso de los trabajadores.  
Motivación (Reconocimiento de la aportación).
33. No existe una determinación clara de las funciones que cada uno debe desempeñar. Liderazgo(Dirección).
34. Casi nadie ahora esfuerzo en el cumplimiento de sus obligaciones.  
Liderazgo (Estímulo por la excelencia).
35. Cuando uno no sabe como hacer algo nadie le ayuda.  
Liderazgo(Estímulo al trabajo).
36. Cuando tenemos un problema de índole **laboral** nadie se interesa en resolverlo. Liderazgo (Solución de conflictos).
37. Existen grupos cuyas normas y **valores** no favorecen el trabajo de la organización. Motivación(Realización personal).
38. Los programas de desarrollo de esta organización preparan al trabajador para avanzar dentro de una carrera ocupacional determinada.  
Participación (Involucrarse con el cambio).
39. Aquí únicamente están pendientes de los errores.  
Reciprocidad(Retribución).
40. Aquí se traslada o expulsa al trabajador con facilidad. Motivación (Reconocimiento de la aportación).
41. En general el trabajo se hace superficial o mediocremente.  
Motivación(Adecuación de las condiciones de trabajo).
42. Casi todos hacen su trabajo como le parece. Reciprocidad(Aplicación al trabajo).
43. Realmente nos preocupa el prestigio de la organización.  
Motivación(Responsabilidad)

44. La eficacia en el trabajo no implica reconocimiento de ninguna clase.  
Reciprocidad(Cuidado del patrimonio institucional).
45. Aquí cada departamento trabaja por su lado. Reciprocidad(Equidad).
46. Aquí el poder está concentrado en pocos departamentos.  
Participación(Compromiso con la productividad).
47. Periódicamente tenemos problemas debido a la circulación de  
información inexacta. Participación(Compatibilidad de intereses).
48. Aquí uno puede desarrollar su ingenio y creatividad.  
Participación(Intercambio de información).
49. Nuestro jefe es comprensivo pero exige muy poco.  
Motivación(Realización personal).
50. A menudo se inician trabajos que no se sabe porque se hacen.  
Liderazgo(Estímulo al trabajo).
51. El jefe no se preocupa porque se aporten ideas que mejoren la calidad  
del trabajo. Liderazgo(Dirección).
52. Los programas de capacitación son para pocos. Liderazgo (Estímulo  
por la excelencia).
53. En esta organización ser promovido significa poder enfrentar  
desafíos mayores. Reciprocidad(Equidad).
54. Existe poca libertad de acción para la realización del trabajo.  
Reciprocidad(Retribución).
55. Los problemas se analizan siguiendo métodos sistemáticos para  
encontrar soluciones creativas. Liderazgo (Solución de conflictos).
56. La dedicación de este grupo merece reconocimiento. Motivación  
(Reconocimiento de la aportación).
57. Toda decisión que se toma es necesario consultarla con los superiores  
antes de ponerla en práctica. Motivación(Responsabilidad).
58. Normalmente las personas se responsabilizan de controlar su propio  
trabajo. Reciprocidad(Aplicación al trabajo).
59. La mayoría significativa de los trabajadores de esta organización nos  
sentimos satisfechos con el ambiente físico de nuestro departamento.  
Motivación(Adecuación de las condiciones de trabajo).
60. Defendemos con vehemencia el trabajo y la imagen de nuestro  
departamento. Reciprocidad (Cuidado del patrimonio institucional).
61. El espíritu de equipo de esta organización es excelente.  
Participación(Compromiso con la productividad).
62. Los recursos limitados de nuestro departamento los compartimos  
fácilmente con otros grupos de la organización.  
Participación(Compatibilidad de intereses).
63. Los que poseen información no la dan a conocer fácilmente.  
Participación(Intercambio de información).
64. En esta organización existen grupos que se oponen a todos los  
cambios. Participación (Involucrarse con el cambio).
65. Cada uno cuenta con los elementos de trabajo necesarios.  
Motivación(Adecuación de las condiciones de trabajo).
66. Por lo general, las personas que trabajan bien son reconocidas en esta  
organización. Reciprocidad(Retribución).

67. Por lo general, tenemos muchas cosas por hacer y no sabemos por cual empezar. Liderazgo(Dirección).
68. Cuando analizamos un problema las posiciones que adoptan algunos de mis compañeros no siempre son sinceras. Liderazgo (Solución de conflictos).
69. Normalmente se da un reconocimiento especial al buen desempeño de trabajo. Motivación (Reconocimiento de la aportación).
70. A mi jefe no le preocupa la calidad del trabajo. Liderazgo (Estímulo por la excelencia).
71. A los empleados le gusta hacerse cargo de los trabajos importantes. Reciprocidad(Aplicación al trabajo).
72. En general todos tratan con cuidado los bienes de la organización. Reciprocidad(Cuidado del patrimonio institucional).
73. Aquí los resultados son el fruto del trabajo de unos pocos. Liderazgo(Estímulo al trabajo).
74. Los trabajadores se sienten orgullosos de pertenecer a esta organización. Motivación(Realización personal).
75. Cada uno es considerado como conocedor de su trabajo y se le trata como tal. Motivación(Responsabilidad)
76. El desempeño de las funciones es correctamente evaluado. Reciprocidad (Equidad).
77. Los diferentes niveles jerárquicos de la organización no colaboran entre ellos. Participación (Compromiso con la productividad).
78. Aquí todos los departamentos viven en conflicto permanente. Participación (Compatibilidad de intereses).
79. Aquí la información está concentrada en unos pocos grupos. Participación (Intercambio de información).
80. Los niveles superiores no propician cambios positivos en la organización. Participación (Involucrarse con el cambio).

# EFECTO DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA CINÉTICA DE SECADO DE RODAJAS DE MANZANA GRANNY SMITH

Bernabé Laureano López<sup>1</sup>, Amparo Rossana Gámez Espíndola<sup>2</sup>

**Resumen**— Se estudió el efecto de la temperatura y humedad relativa durante el proceso de secado en rodajas de manzana Granny Smith, la velocidad de secado. Rodajas de manzana con diámetro de 30 mm y espesor de 3 mm fueron deshidratadas utilizando tres temperaturas (30, 40 y 50 °C) y tres humedades relativas (30, 50 y 70%). Las curvas de secado fueron analizadas a través del ajuste al modelo de Fick y Page. Como resultado se obtuvo que la difusividad efectiva ( $D_{eff}$ ) incrementa con la temperatura y disminuye con la humedad relativa. La mayor  $D_{eff}$  de  $1.89 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$  se obtuvo bajo condiciones que favorecen la velocidad de secado: temperatura de 50 °C y humedad relativa de 30% con un tiempo total de secado de 4 h; mientras que, a 30 °C y 70%, se obtuvo la menor  $D_{eff}$  de  $5.74 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ , con tiempo total de secado de 17 h.

## Introducción

Las frutas constituyen un grupo de alimentos indispensable para nuestra salud y bienestar, especialmente por su aporte de fibra, vitaminas, minerales y sustancias de acción antioxidante (vitamina C, vitamina E,  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína, flavonoides, antocianinas, etc.). La gran diversidad de especies, con sus distintas propiedades sensoriales (sabor, aroma, color, textura, etc.) y la distinta forma de prepararlas, hacen de ellas productos de gran aceptación por parte de los consumidores.

Para la conservación de frutas y verduras se han empleado varias tecnologías a escala industrial entre las cuales se encuentra el secado convectivo. La importancia de estudiar este proceso recae en conocer y minimizar los cambios físicos y químicos ocurridos durante el proceso, así como mantener sus propiedades nutrimentales, sensoriales y de vida de anaquel y, por lo tanto, desarrollar nuevos productos deshidratados, de alta calidad, atractivos para los consumidores y con un alto valor nutricional.

La fruta deshidratada se ha comercializado tradicionalmente como postre y es buen método de conservación de alimentos perecederos, permitiendo al consumidor una manera distinta de poder adquirirlos. El objetivo de este trabajo fue determinar el valor de la difusividad efectiva mediante a modelo de Page.

## Descripción del método

La manzana utilizada en cada uno de los tratamientos fue previamente lavada y cortada en rodajas de 3mm de espesor por una mandolina de cocina, y un sacabocado de 30 mm de diámetro. Se obtuvieron las curvas de secado de cada tratamiento. Los parámetros del modelo de Page fueron ajustados con el uso de la herramienta Solver de Microsoft Excel mediante la minimización de la suma de los errores al cuadrado como función objetivo; que se define como sigue:  $N$  es el número de puntos de datos,  $V_{exp}$  Es el valor experimental,  $V_{ajuste}$  Es el valor ajustado por los dos modelos analizados. Se utilizó como equipo principal para este trabajo un secador convectivo (Figura 1) Memmert HCP 108. El aire se calienta mediante el calefactor perimétrico de gran superficie. La humidificación se suministra a través de un generador de vapor caliente que permite evaporar el agua de manera dosificada. El vapor caliente esterilizado se difunde al espacio interior desde la superficie del ventilador y se transmite mezclada en la corriente de aire. La ventilación interior sin turbulencias proporciona una atmósfera uniforme y homogénea (Memmert, 2010).



Figura 1. Estufa Memmert HCP 108

<sup>1</sup> El M.C. Bernabé Laureano López es profesor de Ingeniería y Tecnología de alimentos en la Universidad Tecnológica de Tehuacán; Puebla, México. [bernabe.laureano@uttehuacan.edu.mx](mailto:bernabe.laureano@uttehuacan.edu.mx)

<sup>2</sup> La Ing. Amparo Rossana Gámez Espíndola es profesora de sistemas de calidad y optimización de procesos en la Universidad Tecnológica de Tehuacán; Puebla, México.

Rangos de trabajo de la cámara de secado memmert HCP 108

- Rango A.-En este rango pueden combinarse como se desee la temperatura y la humedad sin que se produzca una condensación destacable.
- Rango B.- Si el rango se supera, p ej.80 %H.R a 80 °C, el vapor caliente introducido se condensa inmediatamente en el lugar más frío del equipo en función del punto de rocío.
- Rango C.- Con temperaturas bajas y humedad relativa baja, el rango utilizable depende de gran medida de las condiciones de temperatura ambiente y humedad ambiental. Para poder utilizar el rango de bajas temperaturas y humedad relativa baja, el equipo debe instalarse en una sala fresca y seca.

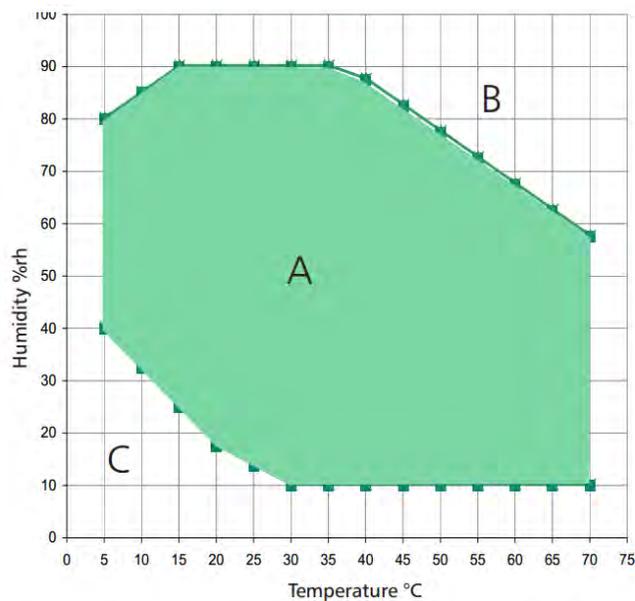


Figura 2. Rangos de trabajo del secador Memmert HCP 108.  
Fuente: Memmert, 2010

Con respecto a lo establecido anteriormente, los rangos que se tomaron en cuenta fueron, Temperatura (T) 30 °C, 40 °C y 50 °C y de humedad relativa (H.R.) 70%,50% y 30%. Estos rangos se encuentran dentro del rango A, ya que, si no se trabajaba en condiciones óptimas hubiera sido probable que el equipo condensara.

Modelo de difusión reportado por Crank

Este modelo consiste en un grupo de soluciones de la ley de difusión de Fick para diferentes geometrías, condiciones de límite y condiciones iniciales reportadas por Crank (1975). Este modelo ha sido empleado por muchos autores ya que es el modelo fenomenológico más conocido para representar el mecanismo difusional. Con la ecuación reportada por Crank, se estima la difusividad efectiva del agua y del soluto, simulando los experimentos con condiciones límites y resolviendo las ecuaciones analítica o numéricamente, pero las suposiciones que se hacen no siempre son fáciles de lograr lo que implica grandes limitaciones (Giraldo *et al.*, 2010).

La ecuación 1 representa la solución para placas de dimensión relevante, a la ley de Fick reportada por Crank (1975).

$$MR_t = \frac{X_t - X_\infty}{X_0 - X_\infty} = \frac{8}{\pi^2} \sum \frac{1}{(2N+1)^2} \cdot \exp\left\{-\frac{(2N+1)^2 \pi^2 \cdot D_{eff} \cdot t}{4 \cdot L^2}\right\} \quad (1)$$

Donde:

- $MR_t$  corresponde a la razón adimensional de humedad de la muestra en un instante de tiempo.
- $X_t$  es el contenido de humedad la muestra en un instante de tiempo [g de agua / g base seca].
- $X_0$  es el contenido de humedad en la muestra inicial [g agua / g base seca].
- $X_\infty$  es el contenido de humedad en la muestra en el equilibrio [g agua / g base seca].
- $D_{eff}$  corresponde al coeficiente de difusividad efectiva del agua en el soluto [m<sup>2</sup>/s].

L el espesor medio de la muestra [m].  
t corresponde al tiempo de secado [s].

El modelo de la ecuación (1) puede simplificarse utilizando únicamente el primer término (N= 0) de la serie, aunque es menos riguroso en el cálculo (Giraldo *et al.*, 2010). Para tiempos largos, la ecuación (2) se representa a continuación:

$$MR_t = \frac{x_t - x_{\infty}}{x_0 - x_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \exp\left\{-\frac{\pi^2 \cdot D_{eff} \cdot t}{4 \cdot L^2}\right\} \quad (2)$$

Con el fin de estimar la difusividad de agua de la lámina de dimensión relevante, la ecuación (2) se puede escribir en forma logarítmica como en la ecuación (3):

$$\ln[MR_t] = \ln[k_1] - k_2 \cdot t \quad (3)$$

De esta forma graficando Ln (MRt) vs t, se calcula el valor de la pendiente de la recta (K<sub>2</sub>) y se estima el valor de Deff con el valor del espesor de la lámina (Crank, 1975).

$$D_{eff} = \frac{K_2 \cdot A \cdot L^2}{\pi^2} \left[\frac{m^2}{s}\right] \quad (4)$$

#### Ecuación de Page

Una de las ecuaciones existentes para determinar la velocidad de secado como función del tiempo y de las condiciones de secado es la ecuación de Page (Roberts *et al.*, 2008; Simal *et al.*, 2005). Este modelo permite ajustar la relación de humedad de una muestra experimental. La ecuación de Page emplea dos parámetros los cuales son, k<sub>1</sub> y n como se ilustra en la ecuación.

$$MR_t = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \exp(-K_1 t^n) \quad (5)$$

Donde:

- X es el contenido medio de humedad (base seca).
- X<sub>0</sub> es el contenido de humedad inicial (base seca).
- X<sub>e</sub> es el contenido de humedad en equilibrio (en base seca).
- K<sub>1</sub> es la constante de velocidad de secado [s<sup>-1</sup>].
- t el tiempo de secado [s].
- n Constante empírica.

Los parámetros son funciones empíricas de los factores que afectan el secado. Esto significa que la relación de humedad es una función lineal en el período de velocidad de secado constante, por otro lado, es una función exponencial en el período de velocidad de secado decreciente. Sin embargo, los valores que adopten los parámetros de la ecuación (7), indican el mecanismo presente en el proceso de secado.

De esta forma, si el parámetro n es igual a 1, nos indica que el mecanismo presente de difusión es del tipo Fickniano, ya que verificaría la solución del modelo reportado por Crank a la ley de Fick en la ecuación (5). Por otra parte, si el valor de n es distinto de 1, indica que el mecanismo de difusión no obedece a la ley de Fick (Ulloa, 2013).

La ecuación anterior, al igual que el modelo exponencial, asume que la resistencia al movimiento de agua y por consiguiente también los gradientes dentro del producto, son despreciables. Por tanto, para una temperatura, presión y humedad relativa determinadas, esta ecuación es válida si el secado tiene lugar a velocidad decreciente, característico de productos de baja humedad como los cereales (Kajuna *et al.*, 2001).

## Resultados

### Curvas de secado

Después de realizar las experiencias de secado por duplicado y de obtener los resultados de la disminución del peso de las muestras en función del tiempo para la manzana Granny smith, se graficó MRt vs. tiempo para así obtener las curvas de secado (Figura 3) características de cada tratamiento.

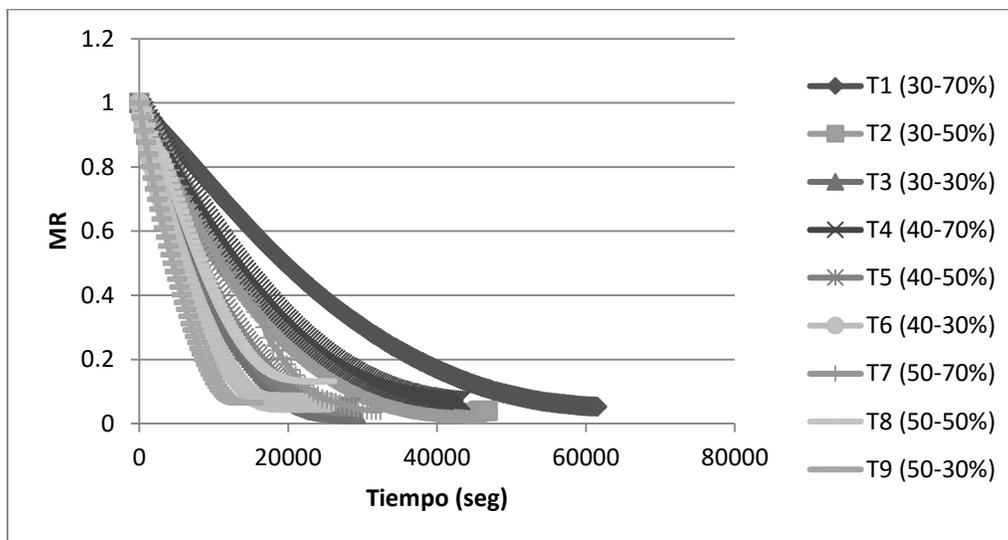


Figura 3. Curvas de secado para nueve tratamientos evaluados a diferentes valores de temperatura y humedad relativa.

De la gráfica anterior podemos observar que el tratamiento que tuvo un tiempo de secado menor fue el T9 (50 °C-30% H.R) esto nos dice que al trabajar con una °T alta y una H.R baja el tiempo de secado es mucho menor a comparación del T1 (30 °C-70%) donde el tiempo de secado es mucho mayor. A nivel industria, lo que se pretende es optimizar el tiempo de secado y que este no altere la calidad del producto con la finalidad de ahorrar costos en consumo de energía y tiempos de producción.

En la Figura 4 se muestra el % porcentaje de pérdida de peso (% PP) vs. tiempo en este caso la variable a estudiar es la pérdida de agua en forma de vapor en función del tiempo, recordando que el principal principio de la operación de secado es eliminar la canida de vapor de agua.

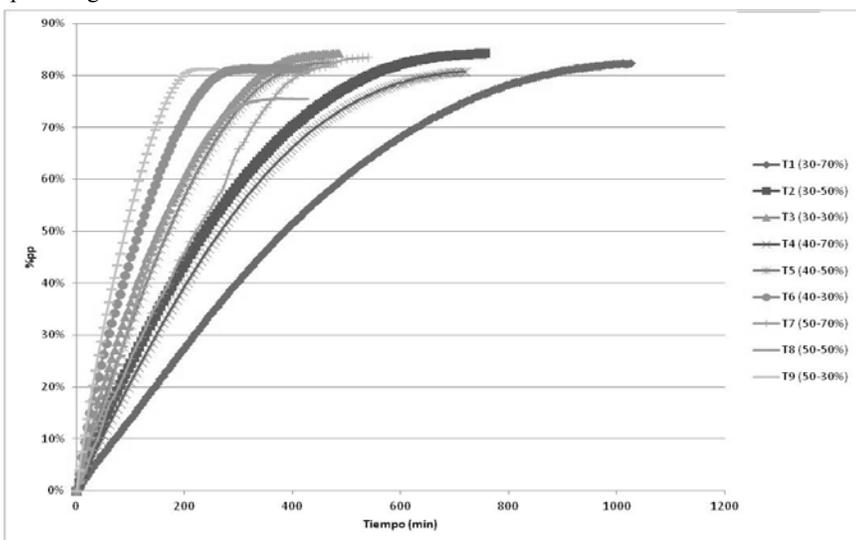


Figura 4. % Pérdida de peso vs tiempo en nueve tratamientos evaluados a diferentes valores de temperatura y humedad relativa. Como se observa en el Cuadro 1, el T9 (50 °C-30% H.R) presenta una pendiente poco pronunciada con respecto a los otros tratamientos y esto se debe a que el periodo decreciente fue más corto y no necesitó más tiempo para poder eliminar el agua desde el interior hasta la superficie; su periodo decreciente fue rápido, se observó que los T6 (40 °C, 30% H.R), T8 (50 °C, 50% H.R), T3

(30 °C, 30% H.R) ,T5 (40 °C, 50% H.R) se notó que las pendientes no tienen una diferencia significativa entre ellas y el tratamiento que tuvo una pendiente más pronunciada es el T1(30 °C, 70% H.R) y esto se debe a que las condiciones de secado fueron desproporcionadas pues al trabajar con una °T baja y una H.R alta el tiempo fue mayor haciendo que la pérdida de peso fuera más lenta.

### Modelos matemáticos

En el Cuadro 2 podemos observar los parámetros k y n correspondientes a los coeficientes de la ecuación de Page calculados empíricamente los cuales representan la velocidad con que se va eliminando la humedad absoluta. En el cuadro 2 se muestran también los parámetros obtenidos de la Deff de cada uno de los procesos donde se observa que en el tratamiento 9 favorece el proceso de secado obteniendo una Deff menor de  $1.8913 \times 10^{-10}$ .

**Cuadro 1:** Parámetros obtenidos a través del modelo de Page.

Tratamiento	K	N	Valor de R <sup>2</sup>
T1 (30-70%)	4.40E-06	1.21	0.99
T2 (30-50%)	1.26E-05	1.16	0.99
T3 (30-30%)	1.93E-05	1.17	0.99
T4 (40-70%)	1.34E-05	1.14	0.99
T5( 40-50%)	1.54E-05	1.18	0.99
T6 (40-30%)	5.25E-05	1.10	0.99
T7 (50-70%)	3.61E-06	1.31	0.99
T8 (50-50%)	2.04E-05	1.16	0.99
T9 (50-30%)	2.91E-05	1.20	0.99

**Cuadro 2.** Parámetros obtenidos a través del modelo de Fick.

Tratamiento	K1	K2	Deff	Valor de R2
T1 (30-70%)	0.56	-0.00006	5.74E-11	0.99
T2 (30-50%)	0.59	-0.00009	8.34E-11	0.99
T3 (30-30%)	0.56	-0.0001	9.58E-11	0.98
T4 (40-70%)	0.25	-0.00007	6.68E-11	0.99
T5( 40-50%)	0.45	-0.0001	9.67E-11	0.98
T6 (40-30%)	0.40	-0.0001	9.54E-11	0.84
T7 (50-70%)	1.06	-0.0001	9.70E-11	0.98
T8 (50-50%)	0.90	-0.00008	7.56E-11	0.90
T9 (50-30%)	0.28	-0.0002	1.89E-10	0.96

### Conclusiones

El proceso de secado convectivo es la técnica mas utilizada para conservar este tipo de alimentos, sin embargo presenta desventajas como la perdida nutricional del producto y el deterioro fisico del mismo. Para obtener frutas y verduras deshidratadas de alta calidad, es necesario minimizar los tiempos de exposicion a altas temperaturas de secado, de forma que se evite reacciones químicas que degraden compuestos que a su vez repercuten en cambios fisicos indeseables.

Las muestras obtuvieron una reduccion considerable de actividad de agua teniendo así un nivel optimo que evita el deterioro posterior del producto.Los paramtreos como °T, H.R y tiempos largos de exposicion de secado afectan significativamente en las características sensoriales de las muestras, acelerando así las reaccion involucradas en el proceso.

La difusividad efectiva incrementa con la temperatura y disminuye con la humedad relativa. La mayor  $Deff$  de  $1.89 \cdot 10^{-10}$  [ $m^2/s$ ] se obtuvo bajo condiciones que favorecen la velocidad de secado, a temperatura de  $50\text{ }^\circ\text{C}$  y humedad relativa de 30% con un tiempo total de secado de 4 horas. Mientras, bajo condiciones de secado de  $30\text{ }^\circ\text{C}$  y 70% de humedad relativa, se obtuvo la menor  $Deff$  de  $5.74 \cdot 10^{-11}$  [ $m^2/s$ ], con un tiempo total de secado de 17 horas.

### Referencias

- Ceballos E. M. Ortiz y Jiménez-Munguía M. T (2012). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al crecimiento microbiano. *Temas Selectos de Ingeniería de alimentos* 98-110.
- Viades T. J. (2012). Adsorción de agua en alimentos. Isotherma de adsorción de Guggenheim, Anderson y de Boer (GAB). Seminario de Investigación: Fenómenos de Superficie, Postgrado en Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kaya, A., Aydın, O., & Demirtaş, C. (2007). Drying kinetics of red delicious apple. *Biosystems Engineering*, 96(4), 517-524.
- Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (1997). Effect of drying method on shrinkage and porosity. *Drying Technology*, 15(10), 2441-2458.
- Mayor, L., & Sereno, A. M. (2004). Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. *Journal of Food Engineering*, 61(3), 373-386.
- Ramírez, C., Troncoso, E., Muñoz, J., & Aguilera, J. M. (2011). Microstructure analysis on pre-treated apple slices and its effect on water release during air drying. *Journal of Food Engineering*, 106(3), 253-261.
- Simal, S., Deya, E., Frau, M., & Rossello, C. (1997). Simple modelling of air drying curves of fresh and osmotically pre-dehydrated apple cubes. *Journal of Food Engineering*, 33(1), 139-150.
- Sturm, B., Hofacker, W. C., & Hensel, O. (2012). Optimizing the Drying Parameters for Hot-Air-Dried Apples. *Drying Technology*, 30(14), 1570-1582.

# La cadena de valor de la producción lechera a nivel de pequeños productores y la propuesta de un modelo como auxiliar en la toma de decisiones

Ing. Jorge Eduardo González Estrella<sup>1</sup>, Dr. Salvador Hernández González<sup>2</sup>

**Resumen** — En el siguiente documento se presenta un resumen del panorama de la producción lechera de bovinos en México, la importancia del desarrollo de tecnologías que apoyen al progreso de los pequeños productores nacionales y la propuesta de un modelo que auxilie a los a los mismos en la toma de decisiones operativas; desde el punto de vista en el que forman parte de una cadena de valor productiva.

**Palabras clave**— Leche, Producción, Cadena, valor.

## Introducción.

La leche de bovinos es un producto básico de la alimentación en México y en el mundo. La leche de vaca es un alimento de primera necesidad. De gran demanda por su alto valor nutricional que se refleja en sus componentes, es considerada un alimento básico en la dieta de niños, ancianos, enfermos, y en general de toda la población (Agudelo Gómez y Bedoya Mejía, 2005).

En el artículo “Composición nutricional de la leche de ganado vacuno” (Agudelo Gómez y Bedoya Mejía, 2005), los autores explican que la leche se puede dividir en tres partes principales. La primera se refiere a la cantidad de agua presente. La segunda corresponde a la definición “sólidos totales” que es utilizada para referirse a todos los componentes de la leche, excluyendo el agua. La tercera es cuando se habla de “sólidos no grasos” donde se excluye el agua y la grasa. La composición de la leche, como se muestra en la figura 1, se divide en la cantidad de agua presente, generalmente del 82% al 87%. Los Sólidos totales representan entre el 13% y el 18% de la composición, de los cuales aproximadamente 4 % es grasa y el restante se divide entre Proteína (caseína) 3.2%, Lactosa 4.7 % y Minerales 0.72%. Además, es fuente de vitaminas como la A, D, E, K, B1, B6, B12, C, Carotenos, Nicotinamida, Biotina y Ácido Fólico.

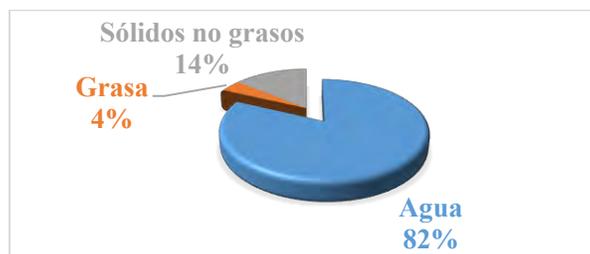


Figura 1 Componentes de la leche entera.

Existen en el mercado diferentes presentaciones de leche de vaca. Una clasificación comúnmente utilizada es la referente a la cantidad de grasa presente. La leche entera es la que contiene más de 3.5% de grasa, la leche semidescremada contiene aproximadamente 1.5% de grasa y la descremada contiene un máximo de 0.5% de grasa. (La vanguardia , 2008)

Es en si una gran fuente de aporte vitamínico y proteico. En adolescentes mexicanos de entre 12 y 18 años en México, el 68.33% es consumidor de leche entera y obtienen de esta el 8.73% de la energía total que consumen diariamente. En los Adultos mayores de 19 años, el 60.86% es consumidor de leche entera, de la que obtienen el 8.25% de la energía que consumen diariamente. (Barquera et al 2016)

<sup>1</sup> El Ing. Jorge Eduardo González Estrella es estudiante de posgrado en la maestría en ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya.

<sup>2</sup> El Dr. Salvador Hernández González es profesor en el posgrado en la maestría en ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya.

En los últimos años se ha generado una gran controversia acerca del consumo de leche de vaca, pues han surgido opiniones encontradas. Algunos expertos opinan que la leche de vaca no debería ser consumida por lo humanos sin importar si son niños adultos o ansianos. Por otro lado, hay quienes afirman que la leche es un alimento muy completo y necesario para una correcta alimentación.

Independientemente de cualquier desacuerdo sobre la leche de vaca, no se puede negar que es un alimento básico, que se comercializa todos los días del año y en gran parte de los países del mundo. Según datos de la USDA (2015) presentados en la figura 2; en los últimos 5 años, los principales países consumidores de leche han sido: la India, la unión europea, los Estados Unidos, China y Rusia. México se encuentra en la posición número 8 de los principales países consumidores.

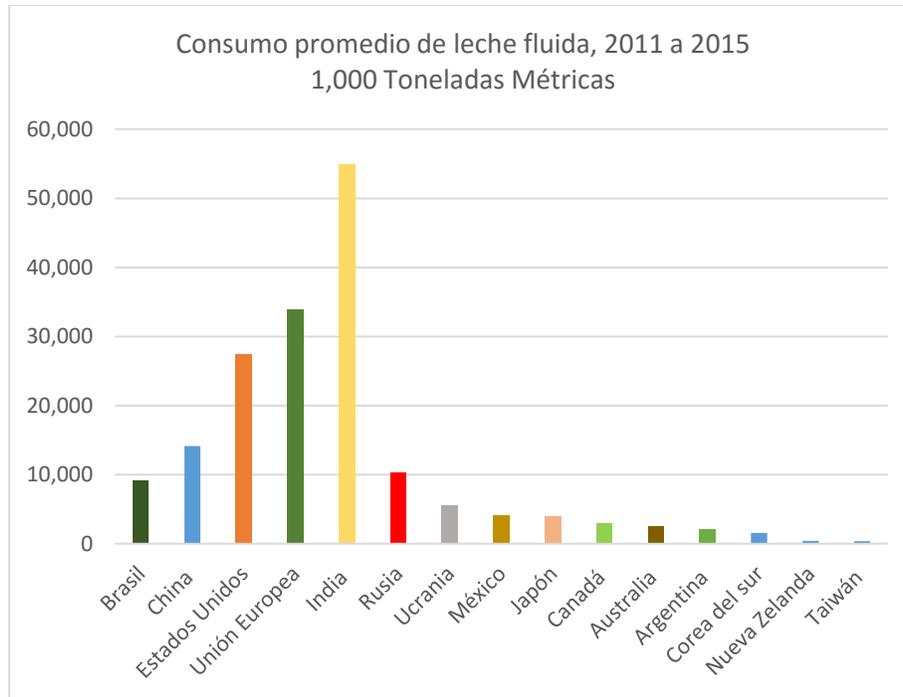


Figura 2. Consumo promedio de leche fluida.

Los principales países exportadores de leche fluida en 2014 fueron: Argentina, Australia, Unión Europea, Nueva Zelanda y Estados Unidos. El resumen de producción para estos países se muestra en la Figura 3. La Unión Europea es el principal exportador de leche a nivel mundial seguido por los Estados Unidos.

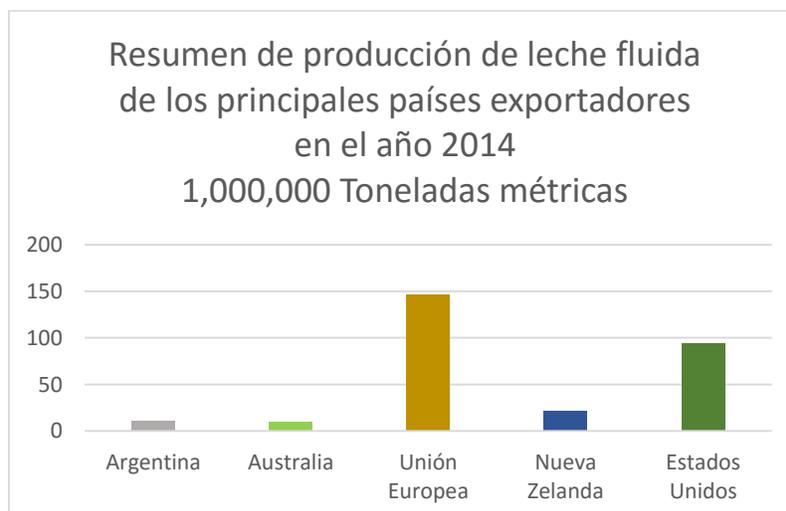


Figura 3. Principales exportadores en 2014.

La USDA (2015) afirma que la importación en México de leche en polvo (SMP, Skim Milk Powder) ha incrementado a un ritmo impresionante de 23% año tras año y el pronóstico para el año en curso es de 230,000 toneladas, lo que representa un crecimiento del 13% con respecto al año pasado. Las importaciones de leche en polvo se utilizan principalmente en la industria privada en productos de alto valor agregado y para programas gubernamentales de ayuda a sectores vulnerables de la población. En el pronóstico de las importaciones para el 2016 se espera un no crecimiento, pues el gobierno planea reducir las importaciones apoyando el desarrollo de los productores domésticos mediante el incremento en la compra.

De acuerdo a la información mencionada anteriormente, se puede decir que México no cuenta con la producción de leche suficiente para satisfacer la demanda de su población. Los pequeños productores locales están en desventaja frente a los grandes países exportadores. Es entonces evidente la necesidad de apoyar y desarrollar a los productores del eslabón primario de la producción lechera mexicana.

En las conclusiones del Análisis del sector lácteo en México (2012), la secretaria de economía propone, entre algunas otras, las siguientes recomendaciones:

- 1) Incrementar la productividad de las micro y pequeñas empresas dedicadas a esta actividad
- 2) Fomentar la integración de la cadena productiva
- 3) Ampliar las operaciones en las explotaciones lecheras familiares, previa capacitación de buenas prácticas de producción y comercialización.

Son estas tres recomendaciones anteriores las que los autores han considerado para el estudio en una granja local del estado de Guanajuato. Con esto se pretende buscar un modelo que sirva de referencia para el desarrollo de los pequeños productores lecheros.

### Descripción del Método

#### *La cadena de valor de la producción*

Antes de integrar una cadena de valor productiva que involucre tanto a los proveedores, productores primarios y a las grandes empresas industrializadoras de lácteos; es necesario delimitar la cadena de valor interna de una pequeña empresa productora de leche. La integración de la cadena de valor productiva queda fuera de los alcances de esta investigación. Al presente trabajo compete únicamente el análisis del de la producción lechera del eslabón primario.

Primeramente, se observó el proceso productivo para la obtención de leche en una granja local. Con el fin de identificar de manera clara cada uno de los eslabones involucrados en una cadena de valor productiva interna. Como se muestra en la Figura 4, se observaron 5 procesos clave que se realizan en la granja: Abastecimiento de materia prima, producción de la leche, ventas, distribución y servicio al cliente.



Figura 4. Procesos clave de la granja.

Se realizó el diagrama de flujo del producto, que se puede ver en la figura 5, en el cual se establecen tres procesos principales: abastecimiento, producción y distribución. Este diagrama de flujo es la base para el desarrollo del mapa de valor del producto.

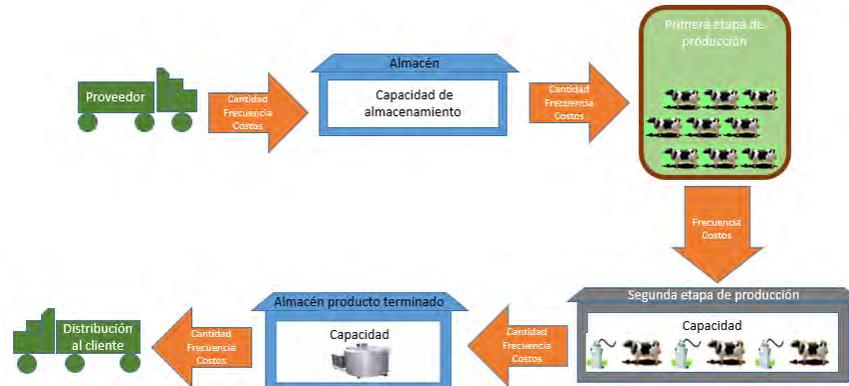


Figura 5. Diagrama de flujo del producto.

- **Abastecimiento:** Pedido, recepción, almacenamiento y pago de la materia prima. En este caso se considera materia prima a los distintos tipos de alimentos que consume el ganado productor.
- **Producción:** Este proceso se ha dividido en 3 partes principales.
  - La primera es la alimentación del ganado, actividad que se realiza 3 veces al día.
  - La segunda etapa es la extracción del “producto terminado” mediante el ordeño.
  - La tercera será el almacenamiento del “producto terminado”, para lo cual es necesario equipo de refrigeración.
- **Distribución:** La distribución o entrega al cliente se realiza con una cierta periodicidad.

El mapa de valor del producto, que se muestra en la figura 6, involucra además algunas consideraciones tales como:

- Tiempo ciclo de los procesos
- Capacidades
- Niveles promedio de inventarios
- Frecuencia de recepción de la materia prima
- Frecuencia de las entregas del producto al cliente

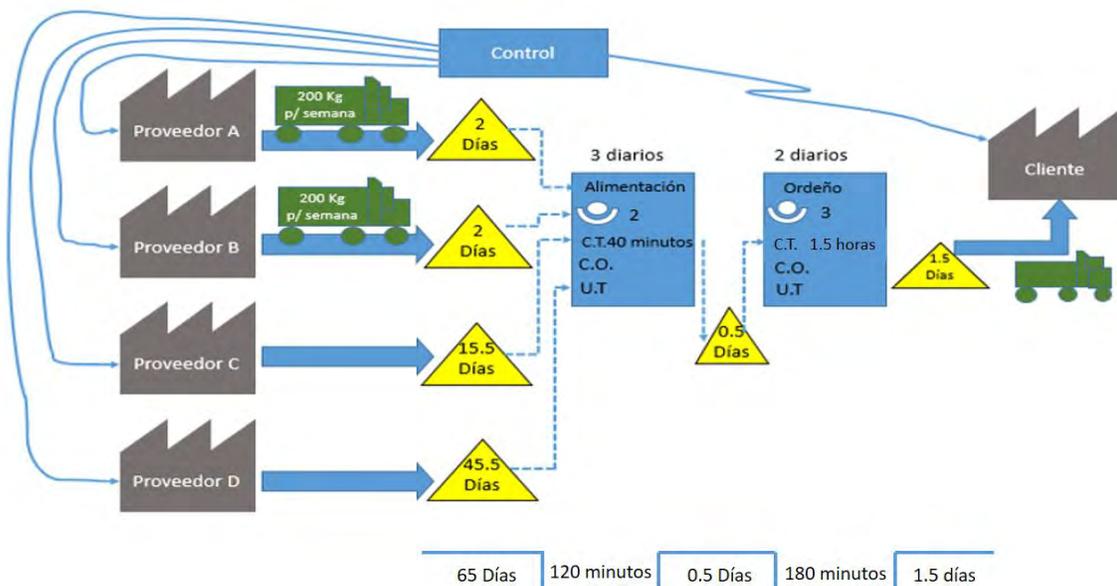


Figura 6. Mapa de la cadena de valor para la producción lechera en granja

Con los datos mostrados en el mapa de la cadena de valor de la figura 6. se calculó el lead time y el porcentaje del valor agregado

1) Lead Time.

$$LT = 65 \text{ días} + 120 \text{ minutos} + 0.5 \text{ días} + 180 \text{ minutos} + 1.5 \text{ días}$$
$$LT = 65 \text{ días} + 0.083 \text{ días} + 0.5 \text{ días} + 0.125 \text{ días} + 1.5 \text{ días}$$
$$LT = 67.208 \text{ días}$$

2) Porcentaje de valor agregado

$$\%VA = \frac{0.208}{67.208}$$
$$\%VA = 0.0042$$

De acuerdo con el pensamiento lean, existen 3 tipos de actividades en un sistema de producción: Actividades necesarias que generan valor, actividades necesarias que no generan valor y actividades que no son necesarias y no generan valor. El lead time en el caso práctico de la granja bajo análisis, refleja altos niveles de inventarios. Los altos niveles de inventarios son uno de los desperdicios considerados por el pensamiento lean. De las actividades que, si generan valor, se observa que estas son menores al 1%. Es evidente que en este caso el sistema de producción necesita un modelo diferente de administración.

*Propuesta de la aplicación del pensamiento lean en sistemas de producción lechera.*

El Reino Unido es el tercer productor más importante de lácteos en la Unión Europea. Luego de que el gobierno observara un decremento en la productividad de su agroindustria, principalmente en la producción de lácteos, se emprendió el proyecto titulado “Applying lean thinking to the dairy industry” (Aplicando el pensamiento lean a la industria de lácteos) a cargo del Food Chain Center, en busca de una ventaja competitiva a través de la cadena de valor.

Los resultados del proyecto fueron publicados en el reporte Applying lean thinking to the dairy industry (Food Chain Center, 2007), en él se muestra como las actividades que generan desperdicios, es decir que cuestan tiempo y dinero y que no agregan valor al producto final, pueden ser identificadas mediante el mapa de la cadena de valor. Se probó como el pensamiento lean puede aplicarse a una industria diferente a la automotiva, pues sus principios pueden adaptarse a diferentes tipos de producto, en este caso los lácteos. De forma general, los principios del pensamiento lean son:

- Especificar el valor del producto, desde la perspectiva del cliente y no del fabricante.
- Distinguir entre las acciones necesarias para crear valor y aquellas que solo aumentan costos.
- Hacer que el producto fluya a través de la cadena con el mínimo de interrupciones posibles.
- Aproximarse lo más posible a producir al ritmo que los clientes consumen.
- En orden de mejorar continuamente, continuar reconfigurando la cadena para ser más eficiente.

Mediante el proyecto realizado por la Food Chain Center, se observó una variación significativa en la eficiencia productiva entre las granjas que fueron objeto de su estudio. Esta variación fue estudiada por la MDC (Mobile Dairy Classroom) y concluyeron que la eficiencia no depende de la magnitud del sistema de producción, sino más bien de la gente que administra el sistema y su capacidad de adaptarse.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Se identificaron las etapas de la producción lechera en un sistema primario. Cada una de estas etapas conlleva inherentemente costos en tiempo y en dinero. Mediante el mapa de la cadena de valor fue posible identificar desperdicios. El principal desperdicio en el caso práctico fueron los altos niveles de inventario de materia prima.

### *Conclusiones*

En general, los pequeños productores de leche desconocen las herramientas del pensamiento lean y las ventajas que se pueden obtener al aplicarlo. Los resultados demuestran una necesidad de mejores prácticas a nivel de pequeños productores. Para lograr una mejora en la eficiencia de la producción lechera en México, es indispensable el desarrollo y la capacitación de los administradores de granjas en pequeña escala. Los asociados a altos niveles de inventarios de materia prima podrían ser compartidos si se fomenta la integración de sociedades de producción.

### *Recomendaciones*

Entes de intentar fomentar la integración de los pequeños productores a una cadena de valor productiva, es necesario hacer del conocimiento de estas técnicas y herramientas del pensamiento lean. Los interesados en continuar con esta investigación podrían comenzar por la enseñanza de herramientas básicas como las 5s.

La integración de una cadena de valor que involucre a los pequeños productores, a sus proveedores de materia prima (alimento y forrajes) e insumos (veterinarios, maquinaria, etc.) y al cliente final, también puede ser una continuación de esta investigación. El proceso de ordeña puede ser estudiado mediante teoría de líneas de espera, lo cual puede optimizar los tiempos de la obtención del producto. Con esto se podría mejorar el porcentaje de valor agregado al producto.

Buscar la participación de instancias gubernamentales que apoyen al sector agropecuario podría ser de gran ayuda para la difusión y enseñanza de mejores prácticas a los administradores de granjas productoras en pequeña escala.

### **Referencias**

Agudelo Gómez, D. A., & Bedoya Mejía, O. "Composición nutricional de la leche de ganado vacuno". Revista Lasallista de Investigación, 38-42, 2005

Barquera, S., Hernández-Barrera, L., Tolentino, M., Espinosa, J., Wen Ng, S., Rivera, J. A., & Popkin, B. M. "Energy Intake from Beverages Is Increasing among Mexican Adolescents and Adults" Consultada por internet en abril de 2016. Dirección de internet <http://jn.nutrition.org/content/138/12/2454>

Food Chain Center. "Applying lean thinking to the dairy industry". noviembre del 2007.

La vanguardia. "Historias de la leche" La Vanguardia, 7-12, 31 de mayo del 2008.

SE, Secretaría de economía, Gobierno de México. "Análisis del sector lácteo en México". 2012.

USDA, United States Department of Agriculture. "Dairy: World Markets and Trade". 2015

# APLICACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DE LA PARÁLISIS DE BELL

Ing. Alfredo Namigtle Jiménez<sup>1</sup>, Leidy Laura Vargas Reyes<sup>2</sup>,  
María de los Ángeles Contreras Acevedo<sup>3</sup>

**Resumen**— Aplicación para la rehabilitación de la parálisis de Bell, es un proyecto que integra ejercicios implementados dentro del Centro de Rehabilitación Integral Tehuacán (CRIT) para la recuperación de este padecimiento. Esta aplicación se crea con el objetivo de cambiar el sentido rutinario y hacer monitoreo de los ejercicios realizados durante el tratamiento utilizando las tecnologías OpenSource, para este proyecto se optó por Python y en él se han aplicado las librerías de OpenCV y PIL. El proyecto se basa en la visión artificial por lo que se ha trabajado con imágenes en tiempo real; Esta aplicación supervisa los ejercicios de los pacientes que se encuentran en las fases II y III de Parálisis de Bell, basándose en una evaluación con respecto a la simetría en sus labios, donde al no cumplir con esta se deben ejecutar los ejercicios propuestos hasta que cumpla con dicha simetría y sea dado de alta.

**Palabras clave**—Aplicación, OpenSource, Parálisis de Bell, Visión Artificial, Python

## Introducción

La parálisis de Bell es una mononeuropatía postraumática idiopática que se aplica al nervio facial, caracterizada por la debilidad o la imposibilidad para contraer la musculatura de una de las hemifacias debido a la compresión muscular. Las personas que sufren de este padecimiento optan por tratamientos farmacológicos, electroterapias o modalidades terapéuticas, siendo así que independientemente del tratamiento que se le elija cada una tiene una inversión significativa, por tal motivo la población acude a centros de rehabilitación gubernamentales.

Las personas que sufren la patología de la Parálisis de Bell y eligen la modalidad terapéutica deben seguir estrictamente sesiones de masajes faciales y la aplicación de compresas en la hemifacie dañada para lograr reactivar el nervio. Al terminar, se le indica al paciente realizar gesticulaciones que ayudan a la movilidad del musculo tensado, sin embargo sucede que no ejecutan de manera adecuada estos movimientos lo que da como consecuencia que el tiempo de recuperación se prolongue y en algunas ocasiones no haya resultados a favor.

Ante esta problemática se presenta este trabajo el cual pretende dar a conocer una aplicación implementada en la metodología que se lleva a cabo de forma convencional dentro del proceso de rehabilitación de modalidad terapéutica para el monitoreo de algunas gesticulaciones en las que se involucran los labios del paciente a partir de la adquisición y procesamiento de imágenes.

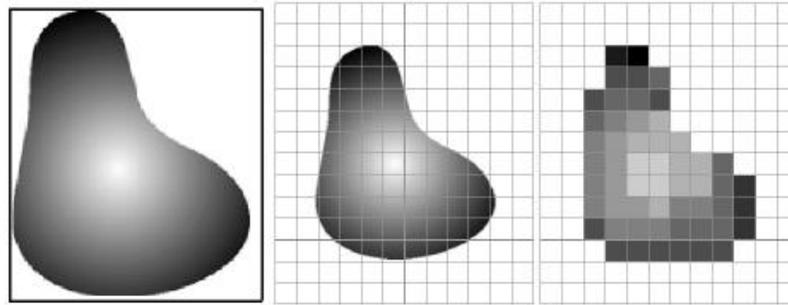
Para el desarrollo de este proyecto la “Visión Artificial” es la parte medular de este proyecto; es definida como un campo de la “Inteligencia Artificial” que, mediante la utilización de las técnicas adecuadas, permite la obtención, procesamiento y análisis de cualquier tipo de información especial obtenida a través de imágenes digitales. La visión artificial la componen un conjunto de procesos destinados a realizar el análisis de imágenes. Estos procesos son: captación de imágenes, memorización de la información, procesado e interpretación de los resultados.

El procesamiento de las imágenes se puede en general hacer por medio de métodos ópticos, o bien por medio de métodos digitales, en una computadora. Una imagen digital es un conjunto finito de elementos, una imagen de dos dimensiones es una función  $f(X,Y)$  donde  $X$  y  $Y$  representan las coordenadas del plano.  $f(X,Y)$  Representa la intensidad o nivel de grises de la imagen en ese punto, si  $X$  y  $Y$  son discretos y finitos entonces la imagen es digital. (Ver Ilustración 1)

<sup>1</sup> El Ing. Alfredo Namigtle Jiménez es profesor de la Universidad Tecnológica de Tehuacán en el área de Robótica, actualmente estudia la maestría en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. [alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx](mailto:alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx)

<sup>2</sup> Leidy Laura Vargas Reyes estudiante de la Universidad Tecnológica de Tehuacán en el área de Mecatrónica-Sistemas de manufactura flexible. [leidy.utt@outlook.es](mailto:leidy.utt@outlook.es)

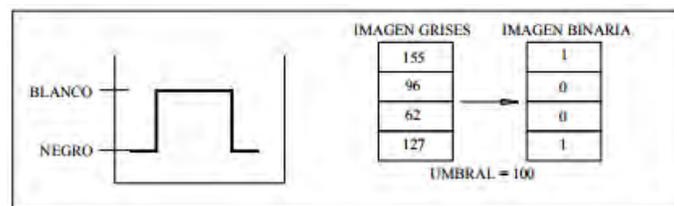
<sup>3</sup> María de los Ángeles Contreras Acevedo estudiante de la Universidad Tecnológica de Tehuacán en el área de Mecatrónica-Sistemas de manufactura flexible. [madlacontreras@gmail.com](mailto:madlacontreras@gmail.com)



*Ilustración 1 Imagen digital, en dos dimensiones.*

Las imágenes digitales se componen de puntos o píxeles. La calidad de una imagen depende del número de píxeles utilizados para crearla, valor que se conoce como resolución. La resolución se suele medir en píxeles por pulgada (ppp o dpi).

La resolución de una imagen digital es la cantidad de píxeles que la definen. Una imagen binaria. Es aquella que sólo tiene dos niveles de gris: negro y blanco. Cada píxel se convierte en negro o blanco en función del llamado nivel binario o umbral. (Ver Ilustración 2)



*Ilustración 2 Umbral*

Para la detección de rostros se ha utilizado un método efectivo de detección de objetos, Haarcascade basados en clasificadores cascada, propuesto por Pablo Viola y Michael Jones en su artículo, "Detección de Objetos rápido usando una cascada de Impulsado Simple Features" en el año 2001. Se trata de un enfoque basado en el aprendizaje de las máquinas donde una función de cascada es entrenada de una gran cantidad de imágenes positivas y negativas. Entonces se utiliza para detectar objetos en otras imágenes.

### **Objetivo**

Desarrollar una aplicación capaz de monitorear la etapa de gesticulaciones en la recuperación del paciente, usando la visión artificial con apoyo de las fuentes Open Source.

### **Desarrollo**

En este proyecto se trabaja con visión artificial, en la ilustración 3a se muestra las etapas de una aplicación de visión artificial, el proyecto se enfoca en la detección de rostros. Inicialmente, el algoritmo necesita una gran cantidad de imágenes positivas (imágenes de rostros) y las imágenes negativas (imágenes sin caras) para entrenar el clasificador. Entonces tenemos que extraer las características de la misma. Para esto, se utilizan características Haar que son características de las imágenes digitales utilizados en el reconocimiento de objetos. Cada característica es un

solo valor obtenido restando la suma de los píxeles bajo (rectángulo blanco) de la suma de píxeles bajo (rectángulo negro). (Ver ilustración 3b)

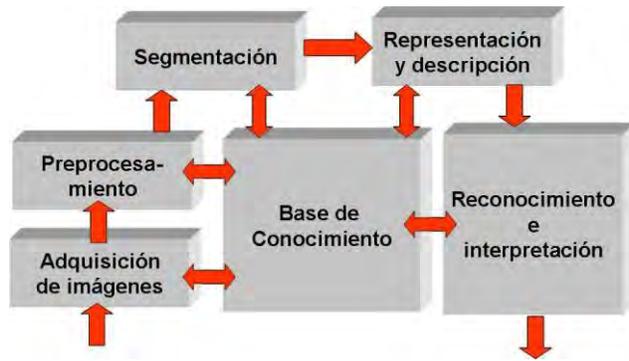


Ilustración 4a etapas de una aplicación de visión artificial.

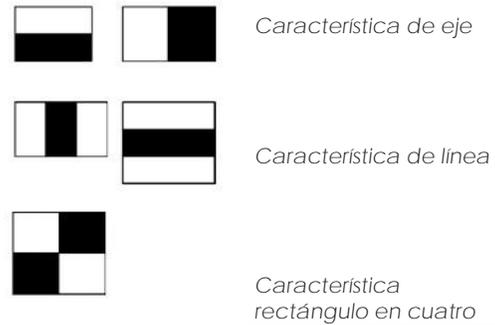


Ilustración 3b Valor de cada característica

Posteriormente a la detección de rostros se realiza la identificación de colores dentro de la gama de (110,110, 0) a (180, 255,255) en RGB (Ver ilustración 4a), en la ilustración 4b se muestra la toma de imagen sin algún filtro si la imagen capturada muestra resultados positivos en el histograma que representa al color rojo, se podrá mostrar en la máscara por ello en la ilustración 4c se muestra solo el objeto identificado.

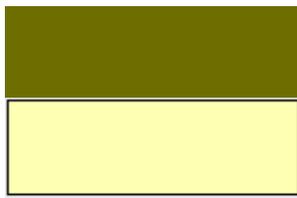


Ilustración 4a Gama

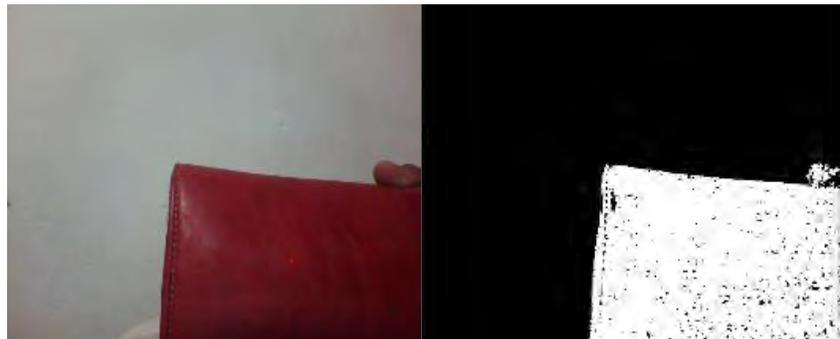


Ilustración 4b Imagen Original

Ilustración 5c Identificación

Al identificar el objeto se imprimen las coordenadas de la figura identificada y se crea una segunda máscara para visualizar el color específicamente, además se coloca un rectángulo en la mitad del objeto, para la identificación del centro. (Ver ilustración 5 coordenadas del centro de la figura)

Imagen tratada



Ilustración 6 Coordenadas

Recordando que esta aplicación depende de la identificación del color como también de la forma o simetría, es decir, los pasos anteriores son necesarios para detectar los labios, suponiendo que ellos estuviesen dentro del rango que se propone. A continuación se muestran los pasos que se llevan a cabo para detectar la morfología para que finalmente se llegue a la detección de los labio ligados al color al mismo tiempo por medio de las haarcascade de Python se realiza la identificación de rostros para poder detectar al paciente y así sea más fácil el procesamiento del área necesitada.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se necesita una iluminación adecuada para el procesamiento de imágenes ya que este influye de manera directa.

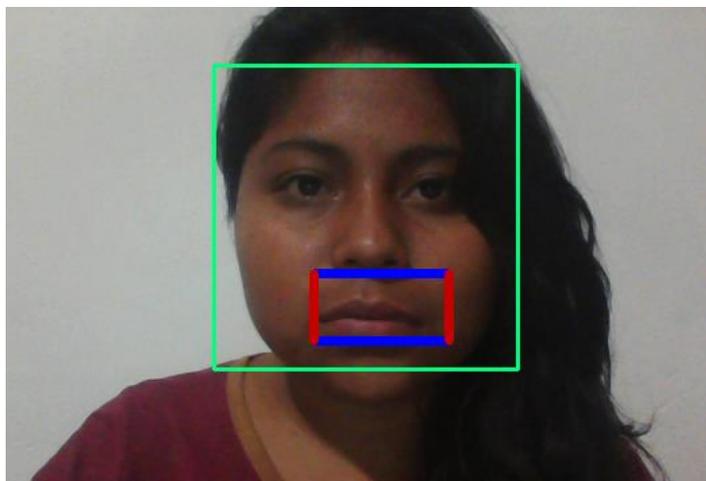
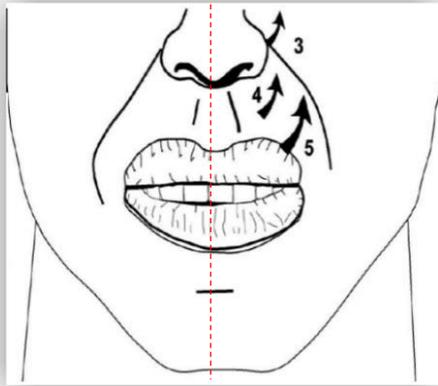


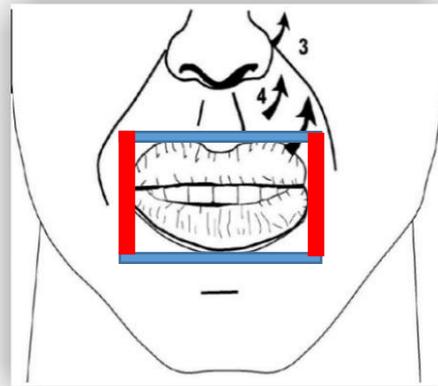
Ilustración 7 Identificación haarcascade

En la ilustración 6 se observa que debe delimitarse el área a trabajar para que el procesamiento de imágenes suceda sobre esa zona ignorando el resto. Para las fases II y II de la Parálisis de Bell están sugeridos algunas gesticulaciones, entre la que sobresale “enseñar los dientes” el cual consiste en dilatar el área de la nariz hasta levantar el labio superior y enseñar los dientes. (Ver ilustración 7a).

En la figura 7b se puede apreciar que las franjas azules indican que el paciente debe de levantar el labio hasta esa línea. Cuando el paciente haya sobrepasado la línea azul se entiende que ha abierto la boca lo suficiente lo que garantiza una buena ejecución de la gesticulación.



*Ilustración 9a Enseñar los dientes*



*Ilustración 8b Área delimitada*

Finalmente al haber detectado el rostro del paciente, identificar el color dentro de la gama y delimitar el área de trabajo, el paciente debe ejecutar las gesticulaciones correspondientes; en la ilustración 8 se muestra el área delimitada por las barras azules, si la gesticulación se realizó de manera adecuada se mostrara un mensaje como en la ilustración 9 la cual indica haber evaluado el desempeño del paciente dentro de la etapa de gesticulación en su tratamiento.



*Ilustración 10 Área delimitada en tiempo real*



*Ilustración 11 "Enseñar los dientes en tiempo real"*

### Conclusiones



# MÁQUINA DE ESTADO FINITO PARA UNA CASA TIPO SOMBRA

Ing. Alfredo Namigtle Jiménez<sup>1</sup>, Gusy Rojas Izquierdo<sup>2</sup>,  
Rigoberto Eder García Santiago<sup>3</sup> y José Luis García Páez<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente trabajo muestra la metodología a seguir para la implementación de una Máquina de Estado Finitos en conjunto con un algoritmo desarrollado de manera experimental que ayuda a predecir el comportamiento de la variable de temperatura en una casa tipo sombra con la finalidad de mantener las condiciones óptimas para el cultivo del hongo seta. La Máquina de Estado Finitos se programó mediante el software LabVIEW que trabaja en conjunto con la tarjeta de programación NI MyRIO y 9 sensores de temperatura ubicados en puntos estratégicos ya definidos que recaban los datos necesarios de la casa tipo sombra para generar la información en tiempo real del funcionamiento del sistema, estos a su vez ayudarán a establecer las condiciones idóneas para el cultivo mediante la activación de actuadores y hacer que el producto cuente con las especificaciones necesarias, maximizando su producción en espacios controlados.

**Palabras clave**— Máquina de Estado, LabVIEW, Casa Sombra, MyRIO, Hongo Seta.

## Introducción

Un invernadero es toda aquella estructura que protege al cultivo de las condiciones climatológicas externas, permitiendo su crecimiento y la realización de las labores culturales en el interior del mismo, durante todo su ciclo. Dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. La automatización de la casa sombra es un trabajo donde se integran ramas del conocimiento tales como: probabilidad y estadística, cálculo, electrónica y programación. Para hablar de la etapa de control y monitoreo debemos definir algunos conceptos que nos ayudaran a entender el proyecto. El monitoreo estará a cargo del sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) que provee retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y permite el monitoreo del sistema a distancia.

Uno de sus principales componentes de la casa tipo sombra es la máquina de estados que es una estructura de programa que nos sirve para determinar el comportamiento de un sistema en base al estado en el que se encuentre, y así adecuar las condiciones para cada estado y por tanto se tendrá un comportamiento con base a las necesidades específicas de cada etapa del cultivo

En un invernadero se ofrecen 4 tipos de controles partiendo desde el más básico un control Manual, control por tiempos, control por árbol de decisión, control tipo difuso.

### Manual

El control manual nos da la opción de poder manipular los actuadores en forma que más convenga al supervisor del invernadero y que este considere lo mas benéfico para el cultivo.

### Tiempos

El control por tiempos manipula la consigna de temperatura en el interior del invernadero, capaz de mantener constante esta variable sin distinción del cambio brusco entre el día y la noche o el cambio de estación del año ya que se representa como un lazo abierto. Este control se puede programar para que funcione con respecto a los cambios de estación del año.

### Árbol de decisión

El control de árbol de decisión óptimo es capaz de llevar todas las condiciones climáticas en una sola revisión, el control jerarquiza las condiciones climáticas de mayor importancia hasta llegar a un control humedad-temperatura ya que estas dos variables son muy importantes para los cultivos en el interior del invernadero. El control combina las lecturas recibidas de los sensores y las consignas asignadas del usuario para realizar diversas tareas de control que permitan mantener esas consignas en su zona de operación adecuada, mediante la manipulación de los actuadores con

<sup>1</sup> Ing. Alfredo Namigtle Jiménez profesor de tiempo completo asociado “C” de la carrera Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Puebla, México. [alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx](mailto:alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Gusy Rojas Izquierdo alumno del programa educativo TSU en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Puebla, México. [gsrojas04@gmail.com](mailto:gsrojas04@gmail.com)

<sup>3</sup> Rigoberto Eder García Santiago alumno del programa educativo TSU en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Puebla, México. [garcia.201223787@gmail.com](mailto:garcia.201223787@gmail.com)

<sup>4</sup> José Luis García Páez alumno del programa educativo TSU en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Puebla, México. [070996@gmail.com](mailto:070996@gmail.com)



Los diagramas de las Figuras 5, 6 y 7 muestran la conexión del sistema de control y monitoreo a los diferentes puertos de la tarjeta NI myRIO. Los sensores de temperatura Vernier (TMP-BTA) se conectan a una fuente de externa de 5 volts y capaz de proporcionar una corriente de hasta 1.2 amperes. La salida analógica del sensor se conecta a los pines analógicos de la tarjeta en los puertos MXP A, B y MSP C.

Para el puerto MXP A Las salidas digitales (11, 13, 15, 17 y 19) Se conectan a la etapa de potencia para el control de los actuadores. Las entradas analógicas (3, 5, 7 y 9) se conectan a las salidas analógicas de los sensores 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

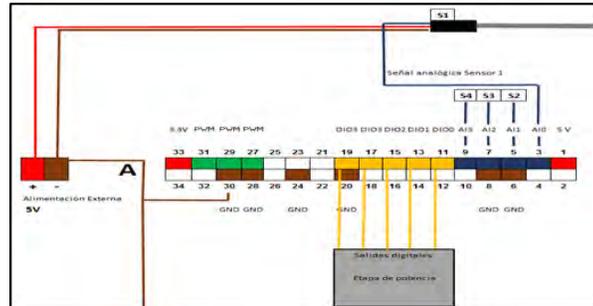


Figura 5. Diagrama de conexión del sistema en el puerto MXP A (myRIO Xpansion Port).

Para el puerto MXP B La entrada digital (11) Se conecta a la señal del sensor digital tipo sonda DS18B20. Las salidas de tipo PWM (27, 29 y 31) se conectan a la etapa de potencia para regular los actuadores del sistema. Las entradas digitales 13, 15, 17 y 19 pueden ser utilizadas para conexión de sensores en aplicaciones posteriores.

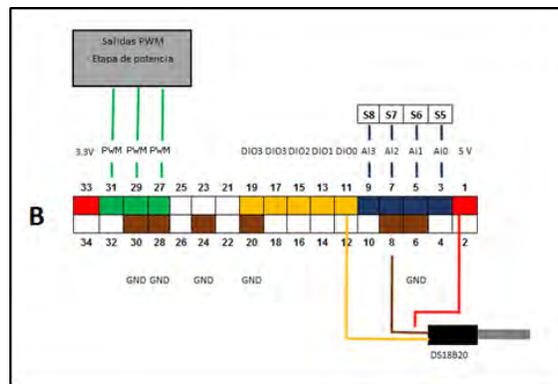


Figura 6. Diagrama de conexión del sistema en el puerto MXP B (myRIO Xpansion Port).

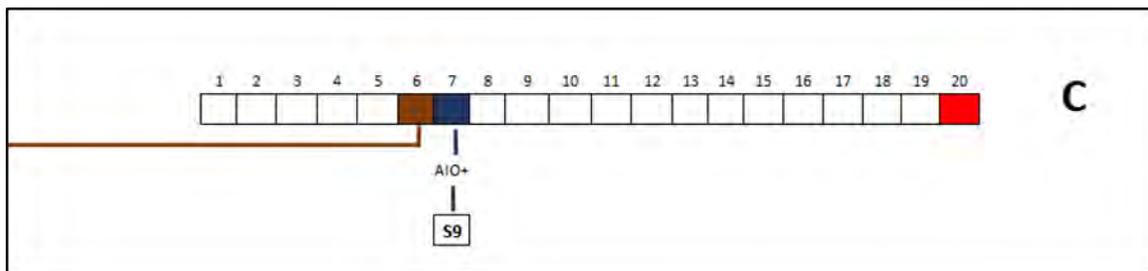


Figura 7. Diagrama de conexión del sistema en el puerto MSP B (myRIO System Port).

**Conexión de circuitos analógicos del sistema**

Dentro del sistema se requieren elementos electrónicos para el correcto funcionamiento del sistema con la tarjeta de desarrollo, dichos sistemas se muestran en la Figura 8.

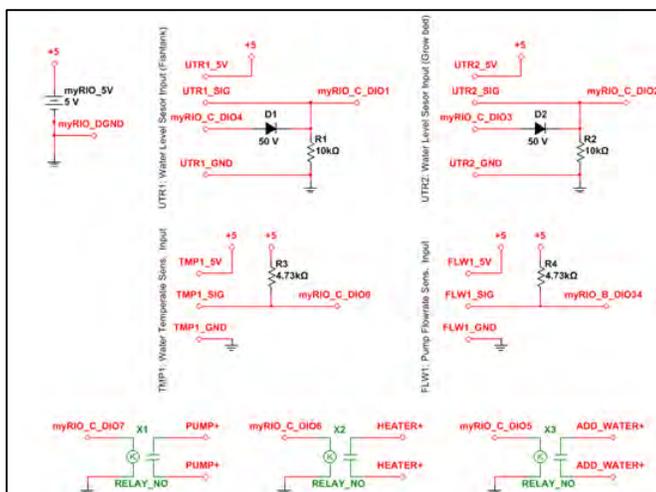


Figura 8. Diagramas de conexión electrónica para myRIO.

### Implementación en LabVIEW

Utilizando el FPGA contenido en la tarjeta de desarrollo myRIO se implementa el sistema basado en máquinas de estados. Los códigos de host (RT\_Main.VI) y el código de FPGA (Main\_FPGA.VI). El código de host contiene todos los diferentes estados del sistema, así como la lógica detrás de las transiciones de estado. Como resultado, el usuario puede añadir y modificar fácilmente los estados del sistema sin la necesidad de volver a compilar cualquier código FPGA. El código FPGA recibe las señales digitales y analógicas de los sensores y envía los datos al código de host que procesa los datos y envía las señales de control de nuevo al código de FPGA que acciona el ventilador, los aspersores y la ventana del invernadero tipo casa sombra (Figura 9).

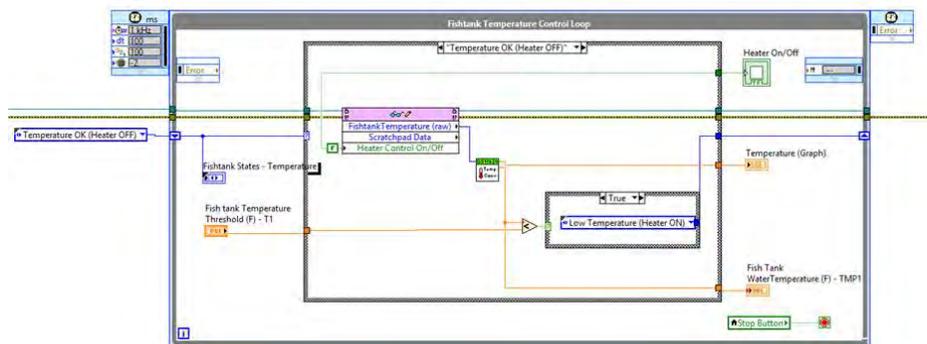


Figura 9. Adquisición de temperatura en FPGA.

Para medir la temperatura del invernadero se utilizan sensores de temperatura digital one-wire impermeable como se muestra en la Figura 10. Para obtener la lectura de temperatura del sensor se utilizaron los siguientes comandos:

1. Comando de reinicio
2. Saltar ROM comando [CCh] T mando
3. Convertir [44h]
4. Espere a 750 ms de conversión de temperatura para terminar
5. Comando de reinicio
6. Omitir ROM comando [CCh]
7. Leer Bloc [BEh] de comandos (Lectura de la temperatura)

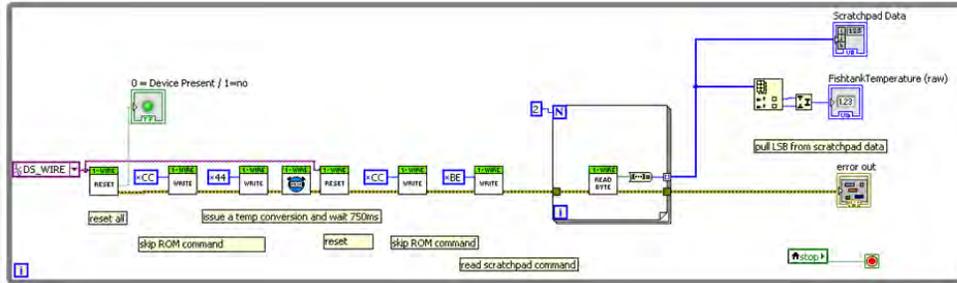


Figura 10. Código FPGA para adquisición de temperatura.

Una vez obtenida la temperatura se utiliza un control simple (ON/OFF) para la manipulación de actuadores, quedando como se muestra en la Figura 11.

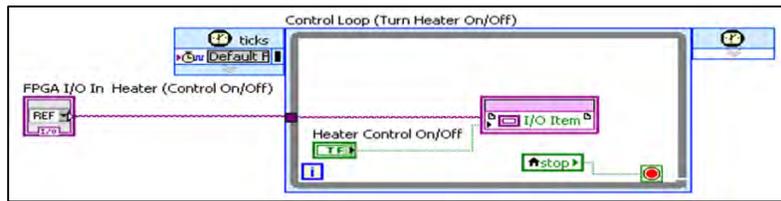


Figura 11. Control de temperatura simple.

Una vez ingresados los datos obtenidos durante la etapa de calibración de sensores se inicia con la implementación de la máquina de estado para el control de la casa tipo sombra la cual nos servirá para predecir las diferentes tipos de condiciones en la casa tipo sombra y así adecuar el invernadero a las diferentes necesidades que el cultivo requiera durante la diferentes etapas del mismo y lograr tener un cultivo de gran calidad. Para la implementación de la máquina de estado se utilizó el siguiente diagrama que se muestra en la figura 12.

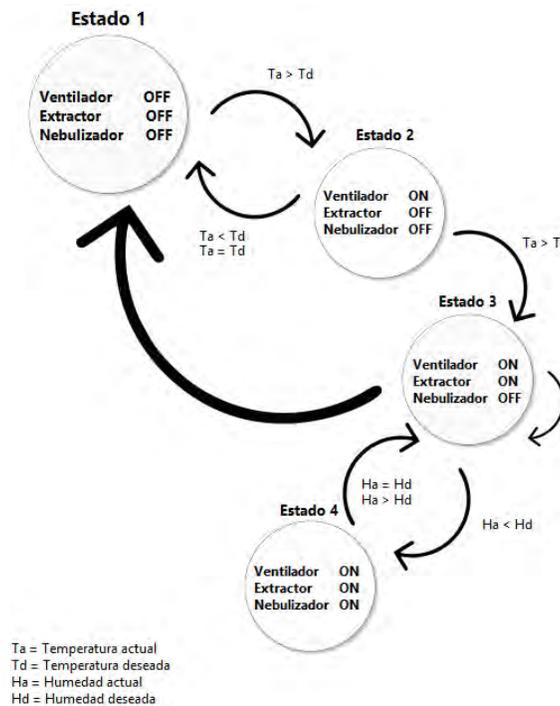


Figura 12 Máquina de estados para casa tipo sombra

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Y una vez que los recursos han sido aplicado a la máquina de estados queda como se muestra en la Figura 12.

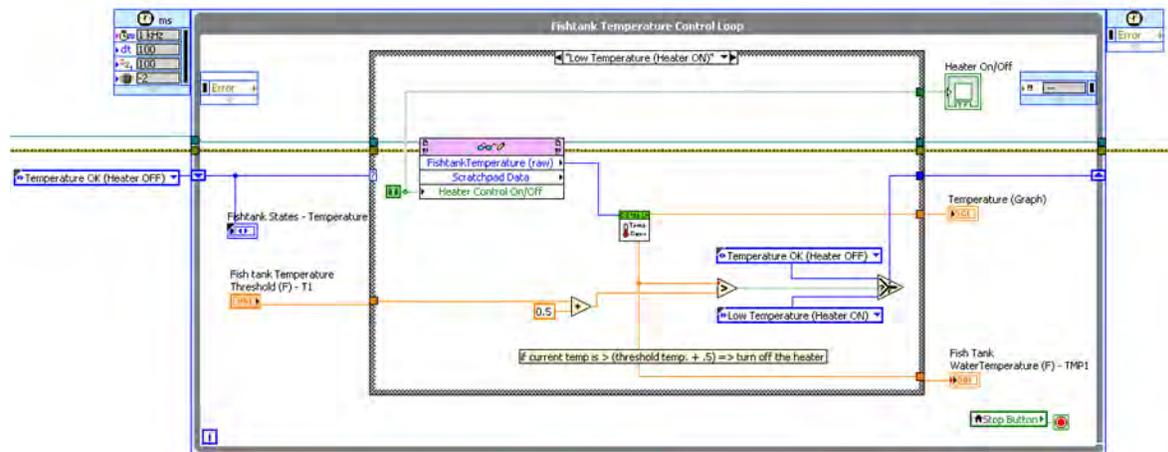


Figura 13. Control de temperatura simple.

La temperatura adquirida por el FPGA se lee y se convierte a la temperatura en grados Fahrenheit. La Figura 11 muestra el estado de baja temperatura donde el ventilador está encendido y sólo se apaga una vez que la temperatura del invernadero supera la temperatura umbral mínimo definido por el usuario + 0.5F. Una vez que la temperatura medida cumple con este criterio, las transiciones del sistema al estado " Temperatura OK " cuando el ventilador se apaga.

### Conclusiones

Concluyendo con una interfaz gráfica de control y monitoreo para un invernadero tipo casa sombra. El sistema se deja abierto para realización de mejoras continuas. En trabajos de investigación posterior se pretende obtener un modelo de control para un invernadero tipo casa sombra y una ecuación característica de todo el sistema que permita mediante un solo sensor describir el comportamiento del invernadero tipo casa sombra pudiendo llevar el método a cualquier clase de invernadero y adaptar las ecuaciones a una gran variedad de cultivo constituyendo un método de automatización de Invernadero tipo casa sombra que consume un mínimo de recursos con una precisión muy elevada.

### Referencias

Cama Pinto, A., Gil Montoya, F., Gómez López, J., García Cruz, A., & Manzano Agugliaro, F. (Abril de 2014). Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos en invernadero. Medellín, Colombia.

López López, A., & Benavides León, C. (Enero-Junio de 2014). RESPUESTA TÉRMICA DEL INVERNADERO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT MORENO, ALAJUELA, COSTA RICA. Alajuela, Consta Rica.

Lugo Espinosa, O., Villavicencio Pérez, G., & Díaz Luna, S. (2014). PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL MONITOREO AMBIENTAL EN INVERNADEROS CON EL USO DE HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE. Chapingo, México.

Alarcón, M.L.H. (2009). Diseño, implementación y optimización de un Monitor inalámbrico en un invernadero. (Tesis de ingeniera, Universidad Austral de Chile) Recuperado el 27 de mayo de 2014 de

# DETERMINACIÓN DE LA ALTURA MÍNIMA DE MERMELADA PARA EL DISEÑO DE UNA BOQUILLA DE INYECCIÓN

M.C. César Adrián Maza Valle<sup>1</sup>, M.C. Oscar Bautista Merino<sup>2</sup>,  
Ing. Alfredo Namigtle Jiménez<sup>3</sup>

**Resumen**— En este trabajo se propone un modelo matemático para determinar la altura mínima requerida para hacer fluir la mermelada de fresa y de piña a causa de su propio peso, al considerar su efecto viscoso. El modelo es una herramienta útil para definir el diseño dimensional y geométrico de un inyector o boquilla. Se proporciona un parámetro de altura de mermelada, el cual es inversamente proporcional al diámetro interno de la tubería que lo contiene.

**Palabras clave**— Inyector, cortante, viscosidad, Bingham, fluidos, mermelada.

## Introducción

En los equipos de dispensación de fluidos, resulta importante el inyector o boquilla a utilizar, ya que es un elemento clave en el control de la cantidad de producto a dispensar. La industria de los alimentos utiliza boquillas de aguja de acero inoxidable, las boquillas de aguja tienen distintas características en las cuales destacan las agujas largas y cortas con distintos diámetros de acuerdo a la función a desempeñar. Los alimentos que se dispensan abarcan desde productos sólidos, fluidos no newtonianos y fluidos newtonianos. Dentro de los fluidos no newtonianos, existe una gran variedad de productos para aplicar, tales como la salsa cátsup, mostaza, mayonesa, miel, y en particular la mermelada. Dentro del diseño de boquillas para la dosificación de mermeladas, es de significativa importancia el uso de la viscosidad del fluido, la cual se puede obtener por medio de viscosímetros rotativos, la cual trabajo Maza (2014).

El diseño se enfoca, de acuerdo con Crane y Greene B. (1992), al principio de funcionamiento de una boquilla de inyección, donde se contempla el teorema de Bernoulli para la conservación de la energía al flujo de fluidos en una tubería, sin embargo esta teoría se utiliza generalmente en los fluidos newtonianos. Por otra parte Alfonso G. E. (2010), muestra el concepto de Reología para el estudio del flujo de las deformaciones de sólidos y fluidos bajo la influencia de fuerzas mecánicas. En la industria se trabaja frecuentemente con productos que se encuentran en fase líquida, por tanto es importante conocer las características reológicas de los líquidos que intervienen en los procesos industriales para optimizar estos procesos, y así evitar gastos innecesarios a causa del sobredimensionamiento de los equipos como bombas, conductos, evaporadores, etc. Es por ello que existen modelos reológicos que describen las características de flujo de los productos que utiliza la industria. Estos modelos reológicos se basan en el cálculo experimental de una serie de constantes que caracterizan el flujo para cada producto en las variables de operación.

De acuerdo con Bernoulli y la reología, se aplica un modelo que es vital para el diseño geométrico de una boquilla de inyección de mermelada de acuerdo a sus características viscosas. El modelo matemático se utiliza en el diseño de un prototipo dispensador de mermelada para la empresa Alternativas y Procesos de Participación Social A. C.

## Descripción del Método

### *Teorema de Bernoulli*

El diseño se enfoca al principio de funcionamiento de una boquilla de inyección con aplicaciones alternantes de mermelada, donde se contempla el teorema de Bernoulli para la conservación de la energía al flujo de fluidos en una tubería. La energía total en un punto cualquiera por encima de un plano horizontal arbitrario fijo, como referencia, es igual a la suma de la altura geométrica, la altura a causa de la presión y la altura a causa de la velocidad.

La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

1. Cinética: la energía a causa de la velocidad que posea el fluido.
2. Potencial gravitacional: la energía a causa de la altitud que un fluido posea.
3. Energía de flujo: la energía que un fluido contiene a causa de la presión que posee.

<sup>1</sup> M.C. César Adrián Maza Valle es Profesor de Mecánica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Tehuacán, Puebla.  
[cesar.maza@uttehuacan.edu.mx](mailto:cesar.maza@uttehuacan.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.C. Oscar Bautista Merino es Profesor de Mecánica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Tehuacán, Puebla.  
[oscar.bautista@uttehuacan.edu.mx](mailto:oscar.bautista@uttehuacan.edu.mx)

<sup>3</sup> Ing. Alfredo Namigtle Jiménez es Profesor de Electrónica en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Tehuacán, Puebla.  
[alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx](mailto:alfredo.namigtle@uttehuacan.edu.mx)

### Reología.

Los fluidos se pueden estudiar al someterse a una deformación angular continua con velocidad constante. En la Figura 1 se muestran dos placas paralelas con un fluido en su interior. La placa inferior es fija y la superior se mueve a una velocidad constante de acuerdo con lo propuesto por Ramírez N. J. (2006).

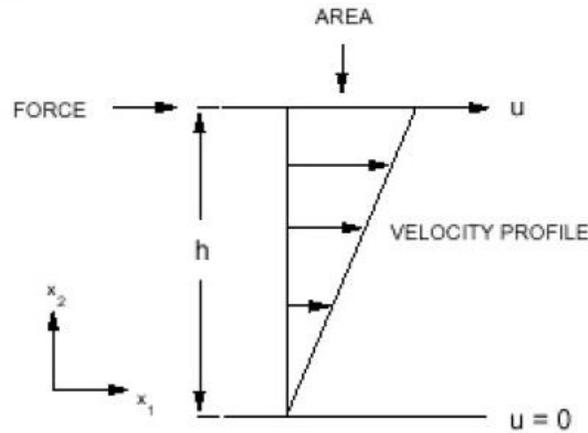


Figura 1. Diagrama de dos placas paralelas que deforman un fluido en su interior.

La fuerza por unidad de área que se requiere para el movimiento, arroja un esfuerzo cortante  $\tau$  en la placa superior. El flujo que se genera a causa del esfuerzo simple estacionario y la tasa de corte o gradiente de deformación, se define como la tasa de cambio de la deformación, lo cual arroja una relación que incluye el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación (gradiente de velocidad) mostrado en según Ramírez N. J. (2006).

### Presión.

La presión se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área. Se habla de presión sólo cuando se trata de gas o líquido de acuerdo con Cengel Y. A y Boles M. A. (2012), mientras que la contraparte de la presión en los sólidos es el esfuerzo normal.

### Procedimiento

Para el estudio del comportamiento de la mermelada entre los puntos 1 y 2 en un sistema, la ecuación de Bernoulli se puede utilizar con el valor de altura o de presión. Se hace un análisis de flujo de la mermelada para determinar si fluye a causa de su propio peso, de acuerdo con las especificaciones del diagrama que se muestra en la Figura 2.

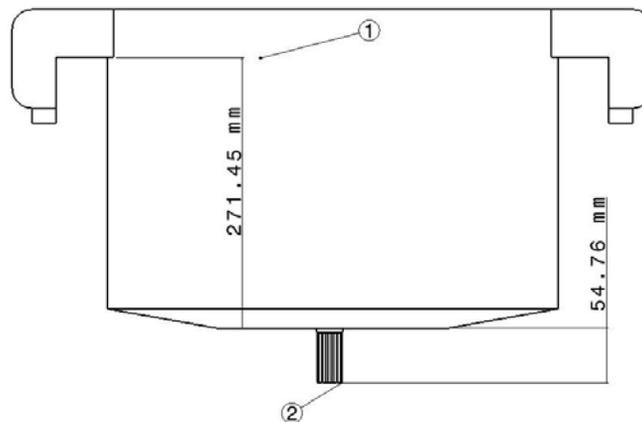


Figura 2. Sistema abierto para flujo de mermelada. El análisis se lleva a cabo a partir de los puntos de referencia 1 y 2. 1) Recipiente contenedor de mermelada, 2) Boquilla.

Como punto inicial para el análisis, se considera que la mermelada fluye desde el punto 1 hasta el punto 2, a causa de su propio peso. Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones para el punto 1: para la energía potencial gravitacional se tiene el valor de  $Z = 0.301263 \text{ m}$ , la energía de flujo es la que causa la presión atmosférica y la energía cinética a causa de la velocidad de flujo se considera nula al hacer la comparación  $V_1 \ll V_2$  a causa de la sección transversal de área, por lo tanto  $V_1 = 0$ .

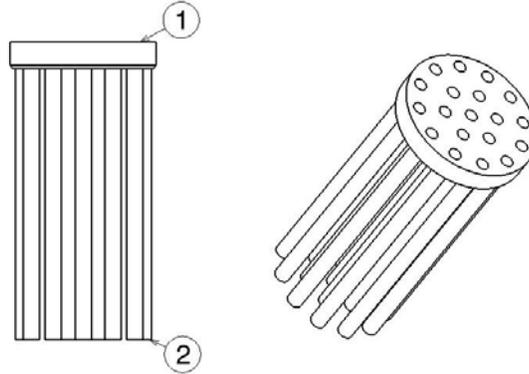


Figura 3. Boquilla de acero inoxidable para la inyección de mermelada compuesta por 1 placa con 19 agujeros y 19 conductos de 24 mm de diámetro interno. El análisis se lleva a cabo a partir de los puntos de referencia 1 y 2.

Para el punto 2: la energía potencial gravitacional el valor de  $Z = 0 \text{ m}$ , por ser el punto de referencia, la energía de flujo es la que causa la presión atmosférica y la energía cinética a causa de la velocidad de flujo se considera  $V_1 \ll V_2$  a causa de la sección transversal de área, por lo tanto  $V_2 \neq 0$ .

Las presiones se anulan, ya que ambas son iguales, por tanto para la mermelada de fresa, la velocidad de este fluido, según el teorema de Bernoulli, es  $v_1 = \sqrt{2gZ_1}$ .

Pero el teorema de Bernoulli se aplica a fluidos newtonianos, y no se considera la viscosidad del mismo. En este caso de acuerdo con las características de la mermelada del Cuadro 1, se obtiene la fuerza que se requiere para hacer fluir la mermelada y la que ejerce la mermelada a causa de su propio peso, esto se visualiza en la Figura 4.

Producto	Viscosidad Pa·s	Densidad kg/m <sup>3</sup>
Relleno horneable puré de fresa	6.84	1330
Relleno horneable puré de piña	6.27	1320

Cuadro 1 – Características físicas de la mermelada a 100 rpm y 20°C.

El comportamiento de la mermelada se describe por el modelo plástico de Bingham, donde se supera el umbral de cedencia para que una sustancia comience a fluir. De acuerdo con la ecuación del esfuerzo cortante para relacionar el gradiente de deformación y la viscosidad dinámica o absoluta, de Ramirez N. J. (2006). Se obtiene la fuerza que se requiere para mover la mermelada, la cual se afecta por el esfuerzo cortante de deformación y el área de contacto entre la mermelada y el conducto.

El área  $A_1$ , comprende la sección transversal interna del tubo a la salida del tanque, mientras que el área  $A_f$  comprende la superficie interna cilíndrica del mismo conducto y una columna cilíndrica teórica de mermelada en contacto con ella misma. Si se igualan las fuerzas  $F_1$  y  $F_f$ , las cuales se obtienen de relacionar el comportamiento del fluido por Bernoulli y el esfuerzo cortante para un fluido viscoso, se puede determinar la altura mínima a la cual la mermelada puede fluir, por lo tanto tenemos que:

$$Z_1 = \frac{\tau A_f}{\rho g A_1}$$

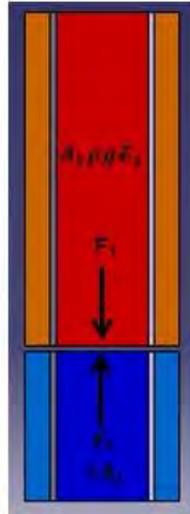


Figura 4. Columna de mermelada contenida en un tubo de la salida del recipiente (sección inferior) y una columna de mermelada contenida a sí misma (sección superior).

Si se considera que la boquilla de inyección se encuentra conectada debajo del tanque, de acuerdo con la Figura 2, el valor de  $Z_1$  para la mermelada de fresa, indica que se requiere un columna de mermelada de 2.7542 metros de altura para poder hacer fluir la mermelada. El valor de  $Z_1$  para la mermelada de piña, indica que se requiere una columna de mermelada 2.5438 metros de altura para poder hacer fluir el fluido.

Si se considera el flujo desde el punto 1 hasta el punto 2 de la boquilla, de acuerdo con la Figura 3, el valor de  $Z_1$  para la mermelada de fresa, indica que se requiere un columna de mermelada de 0.50086 metros de altura para poder hacer fluir el fluido. El valor de  $Z_1$  para la mermelada de piña, indica que se requiere una columna de mermelada 0.4626 metros de altura para poder hacer fluir el fluido.

Por lo tanto, al hacer la comparación de la altura necesaria con el teorema de Bernoulli, para hacer fluir la mermelada en el tanque se requiere al menos una altura de 2.7542 metros, y por lo tanto el valor de la velocidad por debajo de esa altura es 0, es decir no se mueve, solo se deforma.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La Figura 5 muestra los efectos de la mermelada a 20 °C a causa de su viscosidad. Se requiere un esfuerzo para hacer fluir la mermelada del sistema, es decir, la mermelada de fresa necesita un esfuerzo de 71.6148 Pa, mientras que la mermelada de piña fluye con un esfuerzo de 65.6469 Pa.

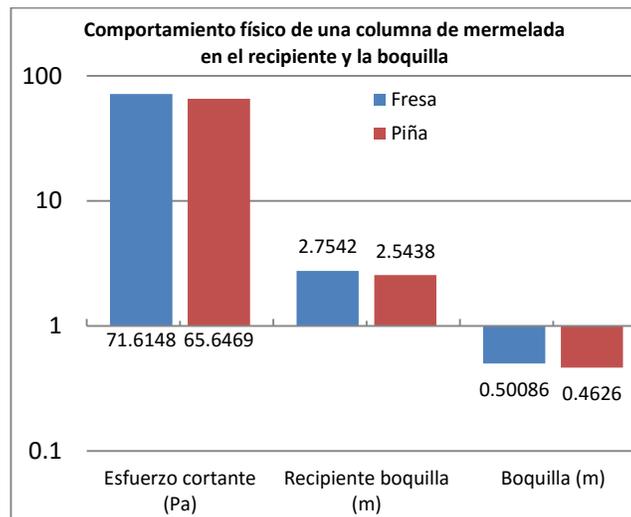


Figura 5. Comportamiento del esfuerzo cortante y alturas mínimas de columna de mermelada.

Si se considera el tanque unido a la boquilla con una altura de mermelada de 0.301263 m de la Figura 2, en la salida del conducto de 0.0024 mm de diámetro, la mermelada de fresa necesita al menos una altura de 2.7542 m para fluir a causa de su propio peso, mientras que la mermelada de piña necesita una altura de 2.5438 m.

Si solo considera el flujo dentro de las boquillas de inyección se aplica el mismo criterio para una altura de mermelada en la boquilla de 0.05476 m, de acuerdo con la Figura 2. Para ello, se necesita al menos una altura mínima de 0.50086 m para la mermelada de fresa y 0.4626 m para la mermelada de piña para que fluya dentro del conducto.

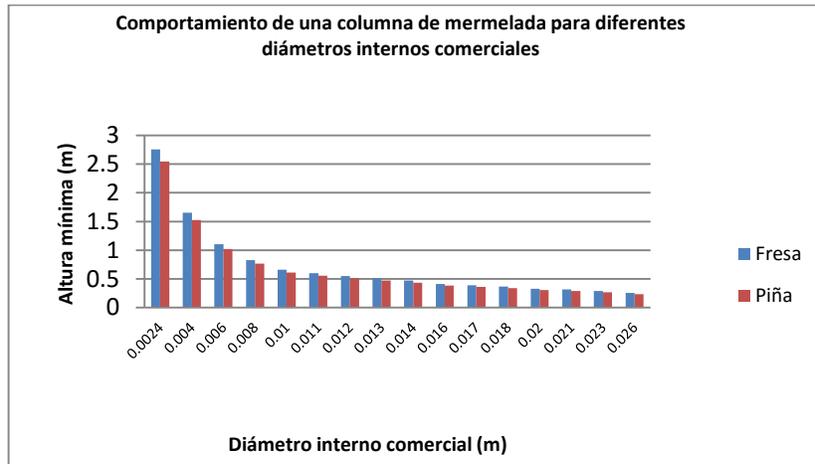


Figura 6. Relación de los diámetros internos comerciales de conductos de acero inoxidable 304L y la altura mínima requerida de una columna de mermelada en el sistema tanque boquilla.

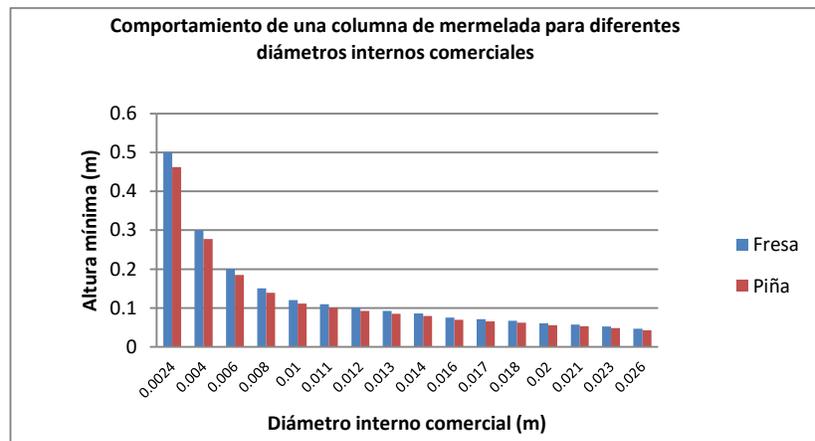


Fig. 7. Relación de los diámetros internos comerciales de conductos de acero inoxidable 304L y la altura mínima requerida de una columna de mermelada en una boquilla.

En las Figuras 6 y 7, se muestra el comportamiento de la mermelada para distintos diámetros internos comerciales, donde se observa que a menor diámetro la altura requerida de mermelada es mayor, mientras que para un mayor diámetro la altura de la columna de mermelada requerida es menor. La ecuación que describe el comportamiento para la mermelada de fresa es  $y = 2.7592x^{(-0.83)}$  y la de piña es  $y = 2.5485x^{(-0.83)}$ . Esto es para la mermelada en el recipiente que fluye hacia la boquilla.

En la boquilla, el comportamiento de la mermelada fresa se describe con la ecuación algebraica  $y = 0.5015x^{(-0.83)}$  y para la de piña es  $y = 0.4632x^{(-0.83)}$ , lo cual se refleja en el Cuadro 2, por cada unidad milimétrica de conducto se requiere una altura de columna mínima de mermelada.

Diámetro interno comercial	Altura para mermelada de fresa	Altura para mermelada de piña	Diámetro interno comercial	Altura para mermelada de fresa	Altura para mermelada de piña
2.4	9.14809961	8.44928644	14	1.56824565	1.4484491
4	5.48885976	5.06957187	16	1.37221494	1.26739297
6	3.65923984	3.37971458	17	1.29149642	1.19284044
8	2.74442988	2.53478593	18	1.21974661	1.12657153
10	2.19554391	2.02782875	20	1.09777195	1.01391437
11	1.99594901	1.84348068	21	1.0454971	0.96563274
12	1.82961992	1.68985729	23	0.95458431	0.88166467
13	1.68887993	1.55986827	26	0.84443996	0.77993413

Cuadro 2. Tabla de tuberías comerciales milimétricas de acero inoxidable 304L, por cada milímetro longitudinal se muestra su equivalencia en altura de columna mínima requerida.

### Conclusiones

El comportamiento de la mermelada varía con la temperatura, únicamente se consideró la temperatura a 20° C.

- El valor del esfuerzo cortante de la mermelada únicamente se calculó a 20° C, el valor del esfuerzo puede variar a causa de la temperatura en el área de trabajo. Por tanto, el incremento de temperatura disminuye el valor de viscosidad de la mermelada, lo cual disminuye la cantidad de fuerza requerida para moverla en el sistema.

El comportamiento de flujo de la mermelada se analiza con el teorema de Bernoulli, donde se compara el peso de la mermelada contra su efecto viscoso.

- El diseño de la boquilla de inyección no requiere una geometría elaborada, ya que el flujo de mermelada inicia cuando la mermelada alcanza una altura igual a la suma de la fuerza a causa del peso y la fuerza a causa de la viscosidad.
- La mermelada no requiere una fuerza grande para iniciar el proceso de inyección, en comparación con las fuerzas de fricción de todo el prototipo.
- La variación de la altura de una columna de mermelada es inversamente proporcional al valor del diámetro, sin embargo el valor de la fuerza se mantiene constante a lo largo de todo el conducto.

### Agradecimientos

El siguiente proyecto se realizó en la empresa Alternativas y Procesos de Participación Social A. C. en conjunto con la Universidad Tecnológica de Tehuacán con el número de referencia UTTEH/VIN/066/2014. Cesar Maza hace extenso su agradecimiento a todos los involucrados en el mismo.

### Referencias

Alfonso, G. E., "Estudio del comportamiento reológico de las pectinas con diferente grado galacturónico obtenida a partir de Citrus paradisi (Gray Fruit)", Universidad de El Salvador, El Salvador, 2010.

Cengel, Y. A., Boles, M. A., "Termodinámica", Séptima Ed., Mc Graw Hill, USA, 2012

Crane and Greene B., "Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías", División de ingeniería CRANE, Mc Graw-Hill, 1992

Hibbeler, R., "Mecánica de materiales", Prentice Hall, México, 2006.

Maza, V. C. A., "Diseño de un prototipo dosificador de mermelada", Universidad Tecnológica de Tehuacán, México, 2014.

Ramírez, N. J., "Fundamentos de reología de alimentos", JSR e-books, Colombia, 2006.