

ISSN 2523-6792

Volumen 2, Número 6 — Abril — Junio - 2018

# Revista de la Invención Técnica

**ECORFAN<sup>®</sup>**

## **ECORFAN-Taiwán**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

### **Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

### **Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Revista de Invención Técnica**, Volumen 2, Número 6, de Abril a Junio 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD. ISSN 2523-6822. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Invención Técnica**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Invención Técnica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

ROCHA-RANGEL, Enrique. PhD  
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL-DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN-ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

CASTILLO-TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

FERNANDEZ-ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

DECTOR-ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA-REYES, Julio. PhD  
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ-PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

CENDEJAS-VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ-ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

HERRERA-DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván. PhD  
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

VAZQUES-NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ-MARTINEZ, Ernesto. PhD  
University of Alberta

AYALA-GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD  
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA-FIGUEROA, Andrés. PhD  
Universidad de Sevilla

DIAZ-RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ-ALVARADO, Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA-ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO-VEGA, Isidro. PhD  
University of South Florida

LARA-ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

TIRADO-RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

DE LA ROSA-VARGAS, José Ismael. PhD  
Universidad París XI

CASTILLO-LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ-BONILLA, Oscar Roberto. PhD  
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ-LÓPEZ, Aurelio. PhD  
Syracuse University

RIVAS-PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

VEGA-PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

PÉREZ-ROBLES, Juan Francisco. PhD  
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS-ÁVILES, Oscar Hilario. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ-AGUILAR, Rosa María. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA-SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN-GÁLVEZ, David. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO-ARRELLANO, Juan. PhD  
Universidad de Guanajuato

ZAVALA-DE PAZ, Jonny Paul. PhD  
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio. PhD  
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ-ZÁRATE, Josué. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ-NAVA, Pablo. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO-TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO-QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI-AGUILAR, Virgen. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN-MEDINA, Pino. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO-VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ-SANTACRUZ, J.A. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA-ZAPATA, Miguel Angel. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA-CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ-HERRERA, Mauricio Alonso. PhD  
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFOX-MAESTRE, Luis Enrique. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR-NORIEGA, Leocundo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ-BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ-VARGAS, Arturo. PhD  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ-DÍAZ, Antonio. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO-MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA-SANDOVAL, Guillermo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO-RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ-LEAL, Roberto. PhD  
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ-ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ-GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA-GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ-MORALES, José Alberto. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

## **Comité Arbitral**

ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

LUNA-SOTO, Carlos Vladimir. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

URBINA-NAJERA, Argelia Berenice. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ-ORNELAS, Felicitas. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO-ENCISO, Salvador Fernando. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN-PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ-REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA-MEJÍA, Yair Félix. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA-SIMBRO, German. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA-VALERIO, Roberto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ-SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR-PERALTA, Araceli. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES-CARBAJAL, Carlos. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ-COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA-VARGAS, María Esther. PhD  
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA-PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California



GONZÁLEZ-JASSO, Eva. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

FLORES-RAMÍREZ, Oscar. PhD  
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO-FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ-VILLEGAS, Juan Carlos. PhD  
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA-ROMERO, José Vidal. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ-MENDEZ, Luis G. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO-DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ-GONZÁLEZ, Gerardo. PhD  
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA-SIFUENTES, Omar Jair. PhD  
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO-MACOTELA, Francisco Rafael. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI-CRUZ, María Patricia. PhD  
Universidad ETAC

DÍAZ-CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES-JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD  
Centro de Investigación en Computación

VERA-SERNA, Pedro. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ-RAMÍRES, Selene Marisol. PhD  
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES-CEJA, Jesús Manuel. PhD  
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ-SANTIAGO, Brenda. PhD  
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO-CONTRERAS, Ernesto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO-LAU, Jorge. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ-GÓMEZ, Tomás. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA-DUARTE, Olivia. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO-SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA-LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA-FIGUEROA, Rafael. PhD  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO-OLAGUE, José Guadalupe. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ-MORALES, Daniel Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO-ORTEGA, Vidblain. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ-GUZMÁN, Eduardo. PhD  
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO-BARRÓN, Allen Alexander. PhD  
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO-QUÍÑONES, Javier Emmanuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES-CISNEROS, Ricardo. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA-VALDEZ, José Mario. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ-GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA-RUBIO, Jován Oseas. PhD  
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA-GONÁLEZ, Everardo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO-TELLO, Esaú. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO-ÁLVEREZ, Ernesto. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ-RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Juan Miguel. PhD  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ-ELIAS, Oscar Mario. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA-CORRAL, César. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA-GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo *Mantenimiento mejorativo en confección* por TENORIO-LARA, Raúl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y RODRÍGUEZ-MONDRAGÓN, Xochitl con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, como siguiente artículo *Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo* por RAMÍREZ-GRANADOS, Juan Carlos, GÓMEZ-LUNA, Blanca E., LÓPEZ-LÓPEZ, Milagros y MAGDALENO-MEDRANO, Paola Fernanda con adscripción en la Universidad de Guanajuato, como siguiente artículo *Reducción del tiempo de horneado en la fabricación de insuladores: estudio de caso Six Sigma* por CANO-CARRASCO, Adolfo, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, VÁSQUEZ-TORRES, María Del Carmen y PEÑÚÑURI-GONZÁLEZ, Sandra Armida, como siguiente artículo *Proyecto familiar invernadero de hortalizas* por AVIÑA-BERUMEN, Cesar Eduardo y BECERRA-REYES, Hugo de Jesús con adscripción en Universidad Tecnológica de Calvillo.

## Contenido

	<b>Artículo</b>	<b>Página</b>
	<b>Mantenimiento mejorativo en confección</b>	1-6
	TENORIO-LARA, Raúl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y RODRÍGUEZ-MONDRAGÓN, Xochitl <i>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato</i>	
	<b>Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo</b>	7-17
	RAMÍREZ-GRANADOS, Juan Carlos, GÓMEZ-LUNA, Blanca E., LÓPEZ-LÓPEZ, Milagros y MAGDALENO-MEDRANO, Paola Fernanda <i>Universidad de Guanajuato</i>	
	<b>Reducción del tiempo de horneado en la fabricación de insuladores: estudio de caso Six Sigma</b>	18-30
	CANO-CARRASCO, Adolfo, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, VÁSQUEZ-TORRES, María Del Carmen y PEÑÚÑURI-GONZÁLEZ, Sandra Armida	
	<b>Proyecto familiar invernadero de hortalizas</b>	31-36
	AVIÑA-BERUMEN, Cesar Eduardo & BECERRA-REYES, Hugo de Jesús <i>Universidad Tecnológica de Calvillo</i>	

## Mantenimiento mejorativo en confección

### Improved maintenance in clothing

TENORIO-LARA, Raúl †\*, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y RODRÍGUEZ-MONDRAGÓN, Xochitl

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, carretera Valle-Huanímaro Km. 1.2, Valle de Santiago, Gto. México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Raúl, Tenorio-Lara

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Yolanda, Vázquez-Juárez

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Xochitl, Rodríguez-Mondragón

Recibido 2 de Abril, 2018; Aceptado 8 de Junio, 2018

#### Resumen

Este trabajo muestra un mantenimiento mejorativo, aplicado en una máquina del ramo o giro textil, específicamente ubicada en el área de confección. También se presenta la importancia de trabajar en condiciones adecuadas, para desarrollar un trabajo adecuado, como nos lo dice la ergonomía, definiendo posturas, secuencias y herramientas correctas, acordes a la estación, al operador y a las condiciones. El estudio y la aplicación, se realizaron mediante una lluvia de ideas por parte de operador, ya que se quejaba mucho de un dolor lumbar y del hombro al operar esta máquina, pudiendo así, facilitar la investigación cualitativa correspondiente a las diferentes condiciones, mostrando los resultados cuantitativos. La investigación y aplicación cuantitativa y cualitativa del mantenimiento mejorativo, se realizó en la fábrica textil del Corporativo Notimoda S.A. de C.V. Ubicada en la ciudad de Uriangato, Gto. Con el trabajo realizado, se contribuyó a disminuir la fatiga y aumentar porcentajes de productividad, sin causar alguna lesión física o cansancio muscular.

#### Mantenimiento, proceso, productividad

#### Abstract

This work shows an improvement maintenance, applied in a machine of the branch or textile turn, specifically located in the area of clothing. The importance of working in adequate conditions is also presented, in order to develop an adequate job, as ergonomics tells us, defining postures, sequences and correct tools, according to the season, the operator and the conditions. The study and the application were carried out by means of a brainstorm by the operator, since he complained a lot about lumbar and shoulder pain when operating this machine, and thus be able to facilitate the qualitative research corresponding to the different conditions, showing the quantitative results. The research and quantitative and qualitative application of the improvement maintenance was carried out in the textile factory of Corporativo Notimoda S.A. of C.V. Located in the city of Uriangato, Gto. With the work done, it helped to reduce fatigue and increase productivity percentages, without causing any physical injury or muscle fatigue.

#### Maintenance, process, productivity

**Citación:** TENORIO-LARA, Raúl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y RODRÍGUEZ-MONDRAGÓN, Xochitl. Mantenimiento mejorativo en confección. Revista de Invención Técnica 2018. 2-6:1-6

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rtenorio@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Corporativo Notimoda S.A. de C.V. Es una empresa de giro textil, dedicada a la fabricación de blusas para dama en tejido de punto, inicio actividades en febrero del 1996 a la fecha, sus clientes potenciales son las tiendas departamentales COPPEL, SAM'S CLUB y Price Shoes y tiene un local comercial en la avenida comercial (calle de la ropa) de la Ciudad de Moroleón, Guanajuato, ubicándose dentro de la zona del bajío, donde exhibe algunos de sus diseños.

La fábrica cuenta con diferentes áreas o estaciones de trabajo, de las cuales, se encuentra el área de confección de prendas (ropa) o ensamble, en un corto periodo de estancia dentro de la empresa se detectó una necesidad por parte de un trabajador al operar una de las máquinas de confección, el cual expresaba el cansancio y la fatiga de uno de sus brazos al realizar sus actividades de ensamble, esto despertó el interés del encargado de producción y el posible análisis en la metodología de trabajo y la parte ergonómica para aportar una solución o reducción de fatiga, aumentando así la productividad como consecuencia.

En dicha empresa textil, específicamente el área de confección, existe una máquina que realiza el unido de prendas pero sin dejar hebras por fuera (acabados textiles), en esta máquina en particular se tenía una observación o queja por parte del operador, ya que se cansaba de la mano y el hombro derecho al introducir ambas partes del tejido en lienzos y ser unidas, pues tenía que levantar el codo derecho en cada una de las operaciones de la prenda para posicionar las piezas en la cavidad de la máquina, aunado a esto la posición o altura de la silla no era la adecuada, pues levantaba por encima del hombro las manos para realizar las actividades en la máquina.

Se muestra el incremento de productividad y la mejora de proceso con respecto a la comodidad de trabajo o disminución de fatiga por parte del operador.

Como bien se mencionó al inicio del artículo, son operaciones repetitivas y sus clientes potenciales son tiendas departamentales y dichas tiendas realizan pedidos de prendas en gran volumen o grandes cantidades, lo que origina la producción en masa, esto por consecuencia, origina a que tenga que realizar dicha operación 300 veces por día en una jornada laboral de 6 días.

Observando la fatiga que conlleva la realización de esta actividad, es importante comprender que, la relación que existe entre la ergonomía y la productividad, a proporcionar las herramientas adecuadas, para el trabajo adecuado, te facilitara la tarea en gran medida haciendo referencia a la eficacia y eficiencia, tanto del método para facilitar los movimientos del operador (ergonomía), como para eficientar la productividad en su rendimiento.



**Figura 1** Máquina de confección

*Fuente propia*

## Marco Teórico

Ergonomía, se entiende por «postura de trabajo» la posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado. Las posturas de trabajo son uno de los factores asociados a los trastornos de musculo esqueléticos, cuya aparición depende de varios aspectos: en primer lugar de lo forzada que sea la postura o posición, pero también, del tiempo que se mantenga de modo continuado, de la frecuencia con que ello se haga, o de la duración de la exposición a posturas similares a lo largo de la jornada (Salazar et al.2016).



El factor de riesgo ergonómico o biomecánico, el que podemos tomar como una referencia, que en nuestro caso lo define la Asociación Española de Ergonomía (AEE) como la "Ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort". Etimológicamente, el término "ergonomía" proviene del griego "nomos", que significa norma, y "ergo", que significa trabajo.

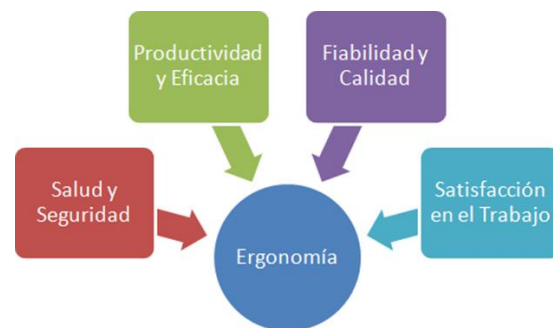
Ergonomía significa literalmente el estudio o la medida del trabajo. En este contexto, el término trabajo significa una actividad humana con un propósito; va más allá del concepto más limitado del trabajo como una actividad para obtener un beneficio económico, al incluir todas las actividades en las que el operador humano sistemáticamente persigue un objetivo. Así, abarca los deportes y otras actividades del tiempo libre, las labores domésticas, como el cuidado de los niños o las labores del hogar, la educación y la formación, los servicios sociales y de salud, el control de los sistemas de ingeniería o la adaptación de los mismos, como suceda, en cualquier situación, actividad o tarea, lo más importante es la persona o personas implicadas. Se supone que la estructura, la ingeniería y otros aspectos tecnológicos están ahí para servir al operador, y no al contrario, es decir, para cumplir con la adaptación y el trabajo en conjunto entre el medio y un fin en común. (Salazar et al.2016).

La ergonomía, como una disciplina de la ciencia, debe aplicarse mediante la adaptación del trabajo a las personas para:

- Prevenir accidentes y enfermedades laborales
- Promover la salud
- Alcanzar el mejor grado de bienestar humano
- Alcanzar un mejor grado de productividad en el trabajo
- Ser eficaz y eficiente

Por tanto, la ergonomía busca que los trabajos sean:

- Más seguros
- Fáciles de realizar
- Menos desgastantes
- Con menos errores
- De menor riesgo y complejidad

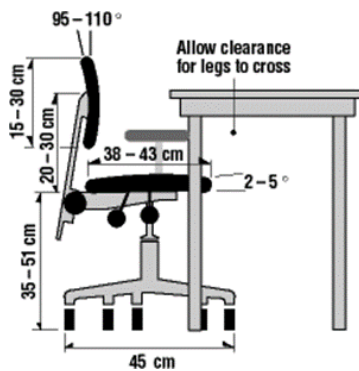


**Figura 2** Objetivos de la Ergonomía, fuente (AE) Asociación de Ergonomía

### Desarrollo

Analizando la situación real o problemática del proceso, o bien, la complejidad al realizar la operación, se detectó, por medio de la lluvia de ideas o sugerencias del trabajador y por medio de la observación e investigación en la metodología aplicada al realizar la operación en una prenda, que efectivamente existe un problema de ergonomía, puesto que las posiciones del trabajador con respecto a la silla, altura y el diseño de la máquina, entre otras, no eran las adecuadas para el operador, ya que no estaba regularizado o estandarizado con parámetros aprobados por alguna organización especializada en este tipo de actividades. Atendiendo las necesidades y las observaciones que realizaba el operador, se proporcionó una silla donde las dimensiones y distancias, además de las posturas fueran las adecuadas o correctas hacia el trabajador. Para sillas de trabajo: UNE-EN 1335-2 Establece reglas generales de diseño sobre dimensiones, dispositivos de regulación, uniones y limpieza para sillas de trabajo, y también el tipo de información sobre el uso que debe acompañar a la silla, así como secuencias de ensayos de estabilidad, resistencia a la ruptura, y de resistencia de las distintas partes bajo las acciones y cargas a las que podría estar sometida la silla durante su uso.

Los ensayos correspondientes están definidos en la norma UNE-EN 1335-3.



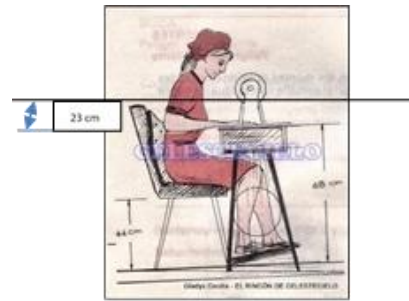
**Figura 3** Dimensiones para silla de trabajo, Fuente Normalización y certificación

### Mantenimiento mejorativo

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del sistema, se puede decir que es un rediseño de alguna parte del sistema o de todo el sistema en sí (Ing. Del Mantenimiento, 2016).

En la operación donde levantaba el codo para posicionar las partes de la prenda, se ajustó un par de varillas con un contenedor pequeño (hechizo) con esponja para que el trabajador posicionara allí su codo y no lo quitara hasta terminar el lote de prendas o las horas a laborar (claro únicamente para relajar los músculos y descansar, sin tener que estarlos tensando), es decir un tipo “posicionador de codo” que no venía con el diseño de la máquina (no lo contiene en su forma comercial) pero se realizó de esta manera para adaptarnos a las necesidades y requerimientos del trabajador, optimizando el trabajo tanto en operaciones, como en la relación de costo/beneficio, no dejando de lado la salud y el bien estar del trabajador, logrando ser más eficiente y eficaz dentro de su jornada laboral, obteniendo a la par un “ganar-ganar”.

Para la realización de la pieza “hechiza”, el posicionador de codo, se estudiaron las posiciones, las dimensiones de altura y la relación entre el hombro y el codo del operador, con respecto a la bancada de la máquina para que al momento de realizar la operación, estas quedaran casi a la misma altura, quedando ligeramente el codo por debajo del hombro con respecto a la horizontal de la bancada de la máquina, (una paralela) y el codo 23 cm. por encima con respecto a la bancada para ser posicionado en la altura conveniente.



**Figura 4** Nivel donde va el posicionador de codo

### Preparación

Preparar en mantenimiento es asegurar la calidad de trabajo en el área que se aplica el mantenimiento y por ende incide en la confiabilidad de la industria. La preparación del mantenimiento es un plan en donde se detalla el trabajo a realizar, se verifica órdenes de trabajo, herramientas, búsqueda de información y preparación del recurso humano que intervendrá en el mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento juega un papel importante ya que el verificara con anticipación todos los recursos para el desempeño efectivo de la aplicación del mantenimiento; el mismo buscará al personal idóneo y calificado para el mantenimiento e incluirá en la preparación.

La preparación que se realiza será satisfactoria en la ejecución del mantenimiento; el trabajo en equipo organizado que se llevará a cabo son factores motivantes que inciden en la producción.

Esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo o al mismo operador. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos que se operan físicamente, o mejor dicho, que requieren de más habilidades del cuerpo humano.

Posteriormente informan el desempeño del método, desempeño o la misma máquina al desarrollar a operación, y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria

## Resultados

Después de una semana de trabajo, es decir, en la siguiente (por aquello de la adaptabilidad y familiarización con el aditamento de trabajo) se detectó y registro que: anteriormente en una jornada laboral de 8 horas, el operador producía o realizaba esa operación 300 veces, esta operación se paga a \$0.50 C. lo que nos daba una mano de obra o utilidad para el operador de \$150 pesos diarios.

Con las adaptaciones ya mencionadas, el operador producía o realizaba esa misma operación 350 veces aumentando un 16.66% de productividad diaria, esta operación se paga a \$0.50 C. lo que nos daba una mano de obra o utilidad para el operador de \$175 pesos diarios.

En el aspecto ergonómico, la definición nos dice que es la disciplina tecnológica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador y esto fue algo de lo que se llevó acabo en el estudio de esta máquina de confección, al realizar las modificaciones y cumpliendo con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador, el operador comenta que se cansa menos de su brazo y codo derecho, ayudando esto a trabajar con menos fatiga y una mejor actitud, ya que de esta manera a él le conviene porque económicamente gana más y produce más, cansándose menos.

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta muy útil para este tipo de estudios sobre la ergonomía, y más en la parte donde se utiliza una herramienta como tecnología en la recabación de información e inspección, llámese el caso de la cámara de video, pudiendo observar fácilmente algunos movimientos repetitivos e innecesarios y como fue en este caso, observamos un método de trabajo muy incómodo e improductivo, además de que se registra evidencia y queda un comparativo del antes y el después.

## Discusión

Esta herramienta resulto muy enriquecedora ya que el mantenimiento mejorativo nos habla sobre la mejora aplicada en una máquina, un operador, un método, un sistema, una condición, etc. Al identificar esta problemática, (muy de la mano con la experiencia del operador) se describe paso a paso el proceso o la metodología con que se realiza dicha actividad, entendiendo cuales son las necesidades o áreas de oportunidad para ayudar al operador en el proceso de trabajo, o bien, al realizar su actividad, aplicando así la herramienta establecida una vez analizada, facilitando su trabajo y optimizando la productividad, donde existe un “ganar, ganar” gana el trabajador en menos fatiga y más remuneración económica y gana la empresa al obtener más prendas terminadas (productividad).

Coincidiendo con el arduo trabajo del Ing. Edwin Orlando Neto Chusin, La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad. “El mantenimiento incide por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.” En consecuencia la finalidad del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de producción a la planta, aplicando técnicas que brindan un control eficiente del equipo e instalaciones. El mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la producción, disponibilidad, calidad y eficiencia.

El equipo de mantenimiento debe estar perfectamente entrenado y motivado para llevar a cabo la tarea de mantenimiento; Se debe tener presente la construcción, diseño y modificaciones de la planta industrial como también debe tener a mano la información del equipo, herramienta insumos necesarios para el mantenimiento.

El mantenimiento requiere planeación, calidad, productividad, trabajo en equipo, para reducir costos y pérdidas Neto Chusin et al (2015).

### Conclusiones

La ergonomía y el mantenimiento mejorativo, una de las claves del éxito, esto es muy cierto, pues “Un trabajador contento, es un trabajador productivo”

Esta frase hace referencia en gran medida a la relación que existe entre la ergonomía y la productividad, el proporcionar las herramientas adecuadas, para el trabajo adecuado, te facilitara la tarea en gran medida haciendo referencia a la eficacia y eficiencia y no solamente a una de estas dos, es decir, el operador es eficaz porque tiene el tiempo, el conocimiento y la disponibilidad cuando se le asignan una o más actividades, pero no será eficiente en la actividad que realiza porque no tiene o no cuenta con las herramientas adecuadas o necesarias.

Otro punto de vista, es que la ergonomía es muy buena, tanto en la adaptación de condiciones de trabajo o rediseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador, siempre y cuando no se caiga en la relajación excesiva.

### Referencias

Manuel Andreu (1994). Diseño de la cubierta ISBN: 84-8301-315-0

Salazar (2016). Ergonomía y sus posturas Ing. Del Mantenimiento (2016)

Edwin Orlando Neto Chusin (2015). Mantenimiento Industrial, MACAS-ECUADOR

Pedro R. Mondelo (1999). Ergonomía 1 Fundamentos. Mutua Universal

## Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo

### Characterization of the Ripening of Fruits by Colorimetry

RAMÍREZ-GRANADOS, Juan Carlos†\*, GÓMEZ-LUNA, Blanca E., LÓPEZ-LÓPEZ, Milagros y MAGDALENO-MEDRANO, Paola Fernanda

*Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Departamento de Ingeniería Agroindustrial Prolongación Río Lerma s/n, Colonia Suiza, Celaya, Gto., México. C.P. 38060*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Juan Carlos, Ramírez-Granados* / ORC ID: 0000-0001-6460-6472, Researcher ID Thomson: S-5874-2018 and CVU CONACYT ID: 167866

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Blanca E. Gómez-Luna* / CVU CONACYT ID: 101592

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Milagros, López-López* / ORC ID: 0000-0002-0446-7332, Researcher ID Thomson: S-4964-2018

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Paola Fernanda, Magdaleno-Medrano* / Researcher ID Thomson: S-5943-2018

Recibido 4 de Abril, 2018; Aceptado 6 de Junio, 2018

#### Resumen

Para las personas es de vital importancia el tipo, cantidad y calidad de los alimentos que consumen. Una parte fundamental de la dieta de las personas son las frutas, y su calidad está relacionada con su grado de maduración. Las personas procuran el consumo de frutas en su punto óptimo de maduración para maximizar su contenido nutricional y sus características sensoriales tales como el color, sabor, olor, textura y tamaño. La experiencia táctil y visual del consumidor es muy útil para seleccionar correctamente las frutas que se encuentran en su punto óptimo; sin embargo, no es trivial adquirir esa experiencia y habilidad. Por esta razón, en este trabajo se estudió la relación entre el proceso de maduración de algunas frutas y su color externo. Las frutas analizadas fueron guayabas, aguacates Hass, mangos Manila y plátanos Tabasco. Este estudio condujo al desarrollo de etiquetas con colores asociados a las principales etapas de maduración de estas frutas. De esta manera, los consumidores pueden seleccionar las frutas maduras apropiadamente tan sólo con una comparación visual de su color externo con los colores de referencia impresos en una etiqueta adherida a cada espécimen.

#### Frutas, Maduración, Colorimetría

**Citación:** RAMÍREZ-GRANADOS, Juan Carlos, GÓMEZ-LUNA, Blanca E., LÓPEZ-LÓPEZ, Milagros y MAGDALENO-MEDRANO, Paola Fernanda. Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo. Revista de Invención Técnica 2018. 2-6:7-17

#### Abstract

For people, it is of vital importance the kind, quantity, and quality of the food they are eating. Fruits are indispensable elements of any balanced diet. The quality of fruits is directly related to their ripening degree. Usually, people seek to eat fruits at their optimum point of ripeness to obtain the maximum nutritional content and the best sensorial characteristics such as color, flavor, smell, texture, and size. The sense of touch and visual experience are very useful to correctly select fruits at their optimum point of ripeness; however, it is not easy to acquire that ability and experience. For this reason, the relationship between the ripening of some fruits and their external color was studied in this research work. The fruits analyzed here were guavas, avocados, mangos, and bananas. This study led to the development of labels with colors associated to the main ripening stages of these fruits. In this way, consumers can properly select ripe fruits just by a visual comparison of their external color to reference colors printed on a label attached to each specimen.

#### Fruits, Ripening, Maturation, Colorimetry

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sergio.martinez@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El consumo de frutas y vegetales ha sido asociado con una menor incidencia y mortalidad por diferentes enfermedades crónicas (Hughes & Ong, 1998). La protección que las frutas y los vegetales brindan contra las enfermedades degenerativas como el cáncer, y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares ha sido atribuida a su alto contenido de antioxidantes (Jacob & Burri, 1996).

Los antioxidantes retrasan el proceso de envejecimiento y combaten la degeneración y muerte de las células provocada por los radicales libres. Sin embargo, el cuerpo humano es incapaz de neutralizar a los radicales libres a los que está expuesto diariamente, por lo que las personas están obligadas a consumir alimentos con propiedades antioxidantes para contrarrestarlos.

La mayor parte de la capacidad antioxidante de las frutas y verduras se la proporciona su contenido de vitaminas E, C y carotenos; así como diferentes polifenoles (Wagner *et al.*, 1985). Estos compuestos pueden proteger a los organismos contra lesiones causadas por radicales libres (Prior, 2005).

La maduración organoléptica es la etapa en la cual los productos hortofrutícolas alcanzan las características que esperan los consumidores. Este proceso inicia generalmente al final de la maduración fisiológica del fruto, antes de la senescencia, dando lugar a diferentes transformaciones físicas, bioquímicas y fisiológicas que determinan su calidad, vida útil, y si los frutos son aceptables o inaceptables para el consumidor. Algunas de las alteraciones que presentan la mayoría de los frutos son el cambio en el color, de forma y de algunas propiedades físicas y mecánicas (Borja *et al.*, 2016).

El desarrollo de los frutos es un proceso que involucra varias etapas y se acompaña de diversas transformaciones bioquímicas que ocurren de manera continua aun después que las frutas son cosechadas. Estas transformaciones promueven cambios que conducen a la maduración de los frutos y a su posterior deterioro (Samson, 1985).

Los aspectos importantes que determinan la calidad de las frutas se basan en atributos sensoriales tales como su color, aroma, textura, tamaño y equilibrio entre azúcares y acidez (Shamaila *et al.*, 1992). El índice de madurez comercial se basa en el color del fruto (Moccia *et al.*, 2007) por ser uno de los parámetros que más información proporciona sobre la evolución de la maduración (Almenar, 2005). Los colores de los frutos se acentúan más cuando están maduros. Esto significa que aumentan las concentraciones de carotenos (amarillo, naranjas, rojos) y antocianinas (rojos, morados, azules). Durante la maduración del fruto ocurren cambios importantes en las sustancias pépticas, carbohidratos, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y otros componentes. (Bowers, 1992). Esta madurez se asocia a una cierta cantidad de sólidos solubles totales, los cuales están compuestos por un 75% de azúcares que determinan el sabor del fruto (Cote, 2011).

En la industria son usuales las técnicas colorimétricas para gestionar la calidad de los productos como frutas y/o verduras (Vignoni *et al.*, 2006; Artigas *et al.*, 2002; Prieto & Carballo, 1997), ya que desafortunadamente, la identificación visual aún no era una herramienta con la precisión necesaria para la descripción del color de las frutas dada la gran variedad de factores que intervienen tales como la fuente de luz incidente y la propia diferencia de apreciación entre observadores (Kenneth *et al.*, 1993). Mediante la colorimetría es posible caracterizar numéricamente el color de un fruto. Esta caracterización es de tipo perceptual, es decir, el color percibido se asocia a valores numéricos definidos en algún espacio de color. Además, es importante mencionar que la percepción del color depende de la luz reflejada por el fruto hacia el ojo y de la luz que recibimos del entorno (Pujol, 2002; Hunt 1991, 1994).

Típicamente se utilizan diferentes métodos de medición conforme al producto de interés y a las características ópticas del instrumento. Estos métodos consisten en cuantificar el color y en establecer una correlación con la medida de la calidad que caracteriza al producto. Al contar con una mejor descripción del color mediante el uso de instrumentos colorimétricos se puede trazar una correlación más precisa entre la medida del color y la calidad de los frutos.

## Justificación

La producción de frutas a nivel industrial requiere de varias etapas tales como la siembra, germinación, trasplante, riego, fertilización, desinfección, cosecha y varios procesos postcosecha que pueden incluir el lavado, clasificación, empaquetado, distribución y venta final de las frutas. Los procesos postcosecha necesitan de un cierto lapso para su realización. Esto implica que el productor requiere de un amplio conocimiento del proceso de maduración de las frutas; además del dominio de la logística necesaria para hacer llegar su producto hasta el vendedor cuando aún está ligeramente inmaduro. Esto da oportunidad al vendedor para ofrecer las frutas en los anaqueles durante uno o dos días para que los consumidores los compren y, de ser necesario, los almacenen en casa durante algunos días más antes de consumirlos.

El proceso de maduración organoléptica y el periodo óptimo para consumo es limitado y diferente para cada tipo de fruta. Además, las frutas disponibles en cada región también pueden ser muy diversas. Más aún, varios factores externos pueden modificar significativamente la rapidez del proceso de maduración en las frutas, y extender o acortar su vida útil.

Por otra parte, los consumidores también requieren de ciertos conocimientos y habilidades para seleccionar adecuadamente estos alimentos y consumirlos cuando se encuentren en su punto. Para los consumidores, la adquisición de estos conocimientos y habilidades no es una tarea trivial. Adicionalmente, muchas personas tienen un estilo de vida con alta movilidad, lo cual también dificulta la adquisición del conocimiento y experiencia necesaria para la selección adecuada de frutas de otras regiones.

Por lo anterior, consideramos que es necesario el desarrollo de herramientas cualitativas y cuantitativas que ayuden a los consumidores a determinar fácil y rápidamente el punto óptimo de maduración de las frutas. Estas herramientas pueden ser incorporadas por el productor a cada uno de los frutos de manera similar a una pequeña etiqueta, dándole un valor agregado a su producto y facilitando la selección y el consumo óptimo de estos alimentos.

## Definición del problema

Las frutas y verduras sufren un proceso de maduración que modifica sus propiedades físicas y bioquímicas. La maduración fisiológica y organoléptica de las frutas es un proceso natural dependiente del tiempo que es influenciado por varios factores tales como la temperatura, la humedad del ambiente, la composición química de la atmósfera que los rodea, el momento que son cosechados, etc. Usualmente, las personas determinan el punto de maduración óptimo de las frutas a través del tacto y del análisis visual de su aspecto. Sin embargo, la presión ejercida por el consumidor sobre la fruta durante la prueba de tacto puede dañar los tejidos vegetales irreversiblemente y ocasionar que la fruta se pudra prematuramente generando pérdidas al vendedor.

Por otra parte, la prueba visual requiere de conocimiento y experiencia previa por parte del consumidor a fin de determinar si el color, manchas y otros aspectos visuales de un ejemplar coinciden con los de una imagen mental que sirve como patrón o referencia. La dificultad en la determinación del punto óptimo de maduración de las frutas a través de una prueba visual radica en que no todas las personas llegan a tener la experiencia y habilidades necesarias para realizar esta inspección de manera confiable. Además, esta dificultad se puede incrementar debido a la gran diversidad de frutas que se producen en diferentes regiones a nivel nacional e internacional.

## Hipótesis

Durante el proceso de maduración, las frutas experimentan cambios físicos y bioquímicos que modifican sus propiedades, incluyendo su color. El color de las frutas está relacionado con su grado de maduración. Por lo tanto, es posible determinar el grado de maduración de las frutas mediante la comparación de su color externo con colores de referencia que estén asociados a determinadas etapas del proceso de maduración.

## Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos general y específicos de este trabajo.

### Objetivo general

Caracterizar el proceso de maduración de cuatro tipos de frutas o verduras de manera cualitativa, cuantitativa y no-destructiva mediante colorimetría.

### Objetivos específicos

Estudiar el proceso de maduración de cuatro tipos de frutas o verduras de interés comercial mediante el análisis de cambios en su coloración externa a través de colorimetría.

Relacionar las principales etapas del proceso de maduración de las frutas o verduras con colores característicos.

Generar etiquetas colorimétricas con los colores característicos del proceso de maduración de una fruta para ayudar al consumidor a determinar fácil y rápidamente su grado de maduración a través de su color externo; así como también el tiempo que le falta para alcanzar su punto óptimo de maduración o que ha pasado desde éste.

### Marco teórico

En frutas climatéricas, el proceso de maduración continúa aun después de que el fruto es cortado debido a que sus tejidos siguen vivos. Durante esta maduración de tipo organoléptica de las frutas ocurren varios procesos de transformación que modifican sus características físicas y bioquímicas. Estas transformaciones generalmente se llevan a cabo mientras el producto es cosechado, lavado, clasificado, empacado, almacenado, distribuido y vendido. Algunas de las principales transformaciones que ocurren durante esta maduración de las frutas son los cambios en la respiración, el contenido de azúcares y nutrientes, la firmeza de los tejidos, el aroma, el sabor y el color (Eroski consumer, 2018).

El cambio que ocurre en la coloración de las frutas es justamente el proceso de transformación que aquí será correlacionado con el grado de maduración. Para lograr lo anterior es necesaria la medición cuantitativa y el análisis de los cambios en el color superficial de las frutas a lo largo del tiempo.

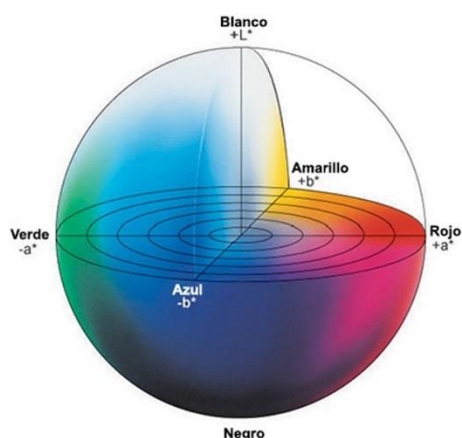
El color es una propiedad de los objetos que está relacionada con la percepción visual de las personas. En los humanos, el color de los objetos es percibido gracias a que los ojos contienen en la retina varios tipos de células sensibles a la radiación luminosa que son los bastones y los conos. Los conos S, M y L son células sensibles a diferentes rangos de longitudes de onda debido a que contienen un fotopigmento llamado opsina (Zelanski & Fisher, 2001). La combinación de los estímulos luminosos correspondientes a los colores primarios da origen a toda la gama de colores que componen al espectro de luz visible.

Se han desarrollado varias teorías que explican la composición de los colores. Estas teorías del color tuvieron su origen en el prisma y el círculo cromático de Newton, y luego evolucionaron gracias a las aportaciones de otros científicos como Johann Wolfgang Von Goethe y Wilhelm Ostwald (Küppers, 2005). En estas teorías, los colores primarios difieren porque dependen de si son generados por una fuente de luz o por un objeto que refleja la luz; lo que dio origen a dos tipos de síntesis de color: la aditiva y la sustractiva. En la síntesis aditiva, las lámparas emiten luces de colores que se combinan para obtener colores secundarios más claros; en contraste, en la síntesis sustractiva los pigmentos se mezclan para absorber o restar ciertos tonos de la luz incidente y reflejar un color más oscuro. Para cada método de síntesis del color existen varios modelos o formas de representar al color. Un modelo de composición del color genera a un espacio de color que puede tener de una a cuatro dimensiones relacionadas con sensaciones cromáticas elementales en el ojo humano. Algunos de los espacios de color son el CIE 1931, las escalas de grises, los subespacios rg y xy, el RGB, HSV, YCbCr, CMYK,  $L^*c^*h^*$  y  $L^*a^*b^*$ , entre otros (Parramón, 1993).

En este trabajo se usó el espacio de color  $L^*a^*b^*$  o CIELAB para especificar la composición del color de las frutas debido a que se correlaciona bien con la forma en que el ojo humano percibe el color y porque actualmente es uno de los espacios de color más aceptados y usados en el mundo.



El espacio de color  $L^*a^*b^*$  emplea tres dimensiones o coordenadas que son: la luminancia ( $L^*$ ), el gradiente verde-rojo ( $a^*$ ) y el gradiente azul-amarillo ( $b^*$ ), Fig. 1. La luminancia se refiere al contenido de blanco o negro.  $a^*$  y  $b^*$  son coordenadas cromáticas, donde  $-a^*$  corresponde al verde y  $+a^*$  al rojo; mientras que  $-b^*$  son tonos azules y  $+b^*$  son amarillos.



**Figura 1** Espacio de color  $L^*a^*b^*$  o CIELAB Fuente: Konica-Minolta, 2018

La combinación lineal de las dimensiones  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  genera a todo un espacio de colores. Cabe mencionar que el concepto de color se aplica sólo a la radiación electromagnética perceptible por el ojo humano; en bandas espectrales no visibles sólo se mide la intensidad. Para realizar las mediciones se utilizó un colorímetro con una lámpara que ilumina a la fruta y luego analiza la luz que refleja.

## Métodos y materiales

Para este estudio se escogieron cuatro tipos de frutas con alta producción y demanda en México que son: guayaba, aguacate Hass, mango Manila, y plátano Tabasco, Fig. 2.



**Figura 2** Ejemplares de frutas inmaduras de guayaba (A), aguacate Hass (B), mango Manila (C) y plátano Tabasco (D) que fueron utilizadas en el estudio.

Se usaron 15 ejemplares inmaduros de cada fruta y cada día se les midió el color con un colorímetro.

## Manejo de los ejemplares

Los ejemplares de las diferentes frutas fueron seleccionados al azar. Después, los ejemplares fueron lavados con agua y jabón para eliminar la suciedad y otros agentes externos que pueden afectar a las mediciones, Fig. 3. De esta manera se minimizan los posibles errores en la cuantificación del color de las frutas.

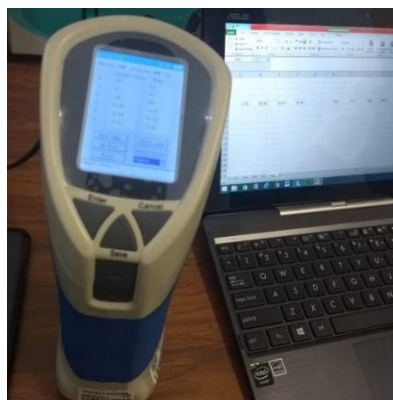


**Figura 3** Lavado de las frutas con agua y jabón

Además, cada ejemplar fue identificado con una etiqueta y almacenado a temperatura ambiente. Los especímenes no fueron apilados durante su almacenamiento, sino que fueron colocados en cavidades individuales que evitaron que sufrieran daños que afectarían su condición física.

## Medición del color en las frutas

El dispositivo utilizado para la medición colorimétrica de los frutos fue un colorímetro ATM501U, Fig. 4.



**Figura 4** Colorímetro ATM501U

El primer paso en cada sesión de medición fue la calibración del colorímetro. El procedimiento de calibración diaria consistió en realizar dos mediciones. La primera medición corresponde al patrón negro, que se conoce como calibración a cero, y se hizo midiendo una cavidad totalmente oscura. La segunda medición es la calibración del blanco que se realizó con un disco plano de ópalo finamente pulido.

Después, se determinó el color promedio de cada ejemplar diariamente durante un cierto periodo. El color promedio diario de cada ejemplar fue calculado a partir de 10 mediciones en secciones aleatorias de la superficie de la fruta, Fig. 5.



**Figura 5** Medición del color en secciones aleatorias de la superficie de las frutas

Luego, se promedió el color promedio de los 15 ejemplares de fruta para obtener el color del día. Las mediciones se realizaron en el espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$ .

### Periodos de medición en las frutas

La medición del color abarcó toda la etapa de maduración organoléptica, desde que el fruto fue cosechado hasta que comenzó su putrefacción o senescencia, Fig. 6.



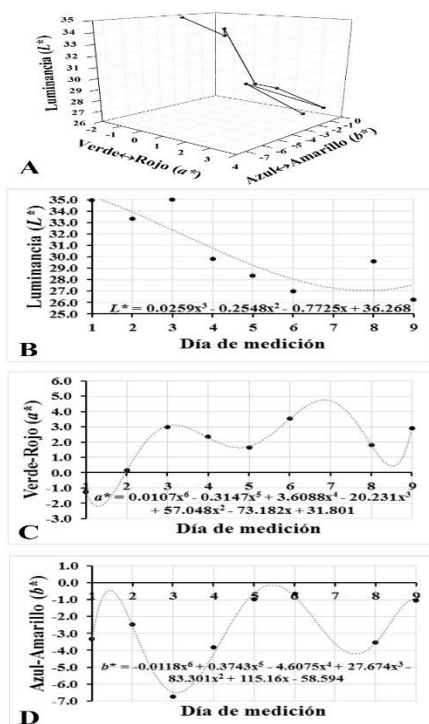
**Figura 6** Ejemplares de guayaba (A), aguacate Hass (B), mango Manila (C) y plátano Tabasco (D) que están comenzado su senescencia

El total de días en que se midió el color fue diferente en cada fruta, ya que algunos tipos de fruta maduran más rápido. Para las guayabas, el periodo de medición fue de 15 días; mientras que para los aguacates Hass el tiempo en que se realizaron las mediciones fue de 9 días. En los mangos Manila las mediciones se hicieron por 16 días y en los plátanos Tabasco el periodo fue de 13 días. Al finalizar estos periodos de medición los especímenes ya no eran aptos para consumo humano y se dio por terminado el proceso de medición.

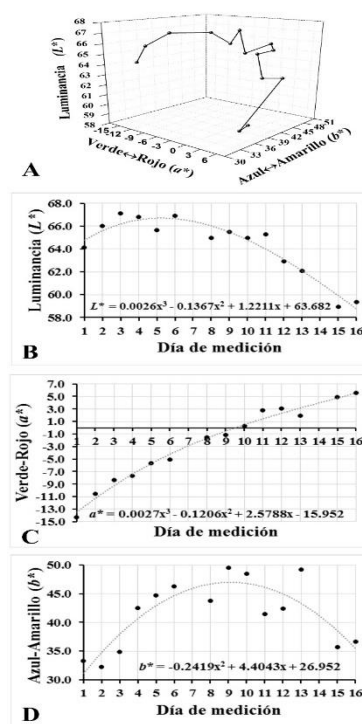
De esta manera, se determinó la evolución temporal del color superficial de las frutas. Esto permitió la definición de colores característicos que están asociados a las principales etapas de maduración de las frutas. Con los colores característicos del proceso de maduración de cada tipo de fruta se generaron patrones de etiquetas para ayudar a los consumidores a identificar fácilmente el punto óptimo de maduración de estas frutas o para determinar si están inmaduras o pasadas por 3 días.

### Resultados

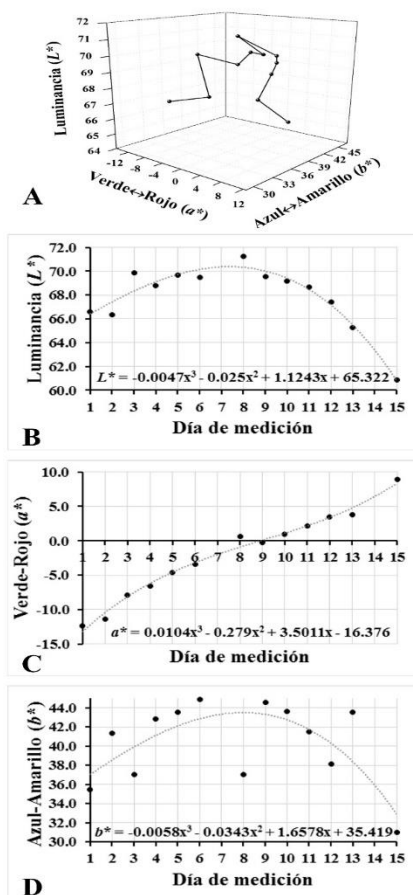
Los Gráficos 1, 2, 3, y 4 presentan la evolución temporal del color promedio de 15 ejemplares de guayaba, aguacate Hass, mango Manila y plátano Tabasco durante su maduración organoléptica. En cada una de estas imágenes se muestran cuatro gráficas que describen la evolución temporal del color en los diferentes tipos de fruta empleando el espacio  $L^*a^*b^*$  (A); así como la luminancia  $L^*$  (B) y las coordenadas cromáticas  $a^*$  (C) y  $b^*$  (D), individualmente. En la parte A de estos gráficos cada punto representa el color promedio de la fruta en un día diferente. En las partes B, C y D se incluye un ajuste polinomial que describe matemáticamente el cambio en las coordenadas cromáticas como función del tiempo.



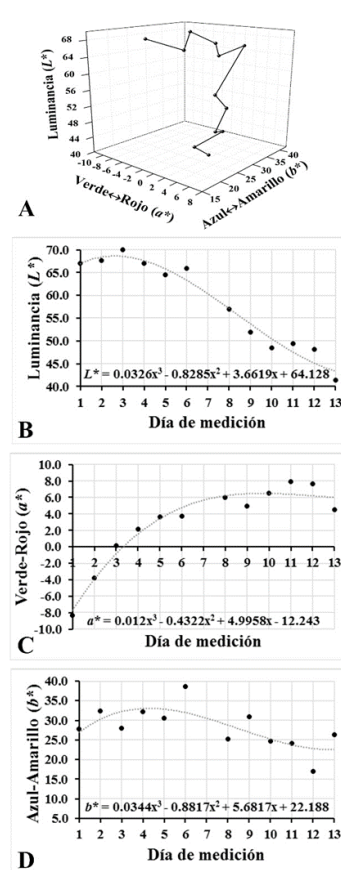
**Gráfico 1** Evolución temporal del color promedio de los especímenes de guayaba durante su maduración organoléptica empleando el espacio de color L\*a\*b\* (A); así como la luminancia L\* (B), y las coordenadas cromáticas a\* (C) y b\* (D) de manera individual



**Gráfico 3** Evolución temporal del color promedio de los mangos Manilla durante su maduración organoléptica empleando el espacio de color L\*a\*b\* (A); así como la luminancia (B), y las coordenadas cromáticas a\* (C) y b\* (D) individuales



**Gráfico 2** Evolución temporal del color promedio de los aguacates Hass durante su maduración organoléptica empleando el espacio de color L\*a\*b\* (A); así como la luminancia L\* (B), y las coordenadas cromáticas a\* (C) y b\* (D) de manera individual.



**Gráfico 4** Evolución temporal del color promedio de los plátanos Tabasco durante su maduración organoléptica empleando el espacio de color L\*a\*b\* (A); así como la luminancia (B), y las coordenadas cromáticas a\* (C) y b\* (D) de manera individual

En los mapas de color (parte A de los Gráficos 1, 2, 3 y 4) se observa el cambio del color promedio de las frutas. En estas gráficas, el color se representa como un punto localizado en un espacio tridimensional. Aunque estas gráficas contienen toda la información colorimétrica, su interpretación puede ser compleja. Para facilitar el análisis e interpretación de la información colorimétrica se graficaron los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$  de manera individual y como función del tiempo o día de medición ( $x$ ).

En el caso de las guayabas tanto la luminancia, como la coordenada  $b^*$  alcanzaron su máximo valor en el noveno día (Gráficos 1B y 1D); mientras que la coordenada  $a^*$  (que indica el contenido de verde [ $-a^*$ ] o rojo [ $+a^*$ ]) alcanzó un valor de cero justo en ese mismo día, Gráfico 1C. Las guayabas inmaduras tienen una coloración verde y las maduras se tornan amarillas por su alto contenido de carotenos. Por lo tanto, se puede decir que estas frutas alcanzaron su punto óptimo de maduración cuando  $a^*$  fue igual a cero, y su luminancia y tonalidad amarilla ( $L^*$  y  $b^*$ ) adquirieron valores máximos.

Para los aguacates Hass (Gráfico 2), el comportamiento de la luminancia y la coordenada  $b^*$  fue totalmente distinto que en las guayabas. Su luminancia disminuye con el tiempo debido a que al madurarse los aguacates pasan de verdes a tonos oscuros, Gráfico 2B. Los aguacates Hass alcanzaron su punto óptimo de maduración al segundo día de medición ya que en ese momento su coordenada  $a^*$  fue igual a cero, Gráfico 2C. La coordenada  $b^*$  se mantuvo en valores negativos indicando que los aguacates conservaron una ligera tonalidad azulada (Gráfico 2D); sin embargo, la variación de esta coordenada cromática no aportó información concluyente acerca de su maduración.

El Gráfico 3 presenta los parámetros colorimétricos correspondientes al mango Manila. En la parte B, se observa que la luminancia se incrementó en los primeros cinco días de medición y luego disminuyó de manera monótona; sin embargo, no se encontró una correlación evidente entre su luminancia y el proceso de maduración.

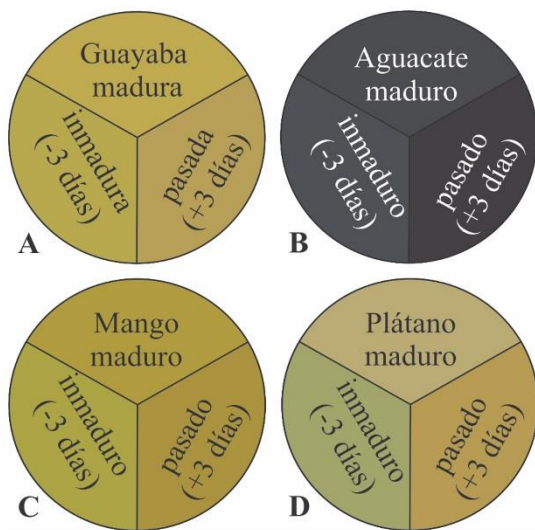
En el Gráfico 3C se observa que los mangos dejaron de tener una coloración verde entre el noveno y décimo día, y justamente en ese lapso alcanzó su máxima coloración amarilla (mayor contenido de carotenos), Gráfico 3D. Por esta razón se puede decir que los mangos Manila alcanzaron su punto óptimo de maduración cuando su coordenada cromática  $a^*$  fue igual a cero y simultáneamente su coordenada  $b^*$  adquirió un valor máximo.

Por otra parte, en el Gráfico 4 se muestran los resultados de la colorimetría de los especímenes de plátano Tabasco. Al igual que las guayabas, los ejemplares de plátano Tabasco alcanzaron valores máximos en su luminancia (Gráfico 4B) y en su coordenada  $b^*$  (Gráfico 4D) de manera simultánea entre el tercero y cuarto día de medición. Al mismo tiempo, la coordenada  $a^*$  tuvo un valor igual a cero (Gráfico 4C), indicando que justo en ese momento los plátanos dejaron de estar inmaduros. Por lo anterior, se encontró que los plátanos Tabasco llegaron a su punto óptimo de maduración entre el tercero y cuarto día de medición cuando su luminancia y coordenada  $b^*$  adquirieron valores máximos, y al mismo tiempo su coordenada cromática  $a^*$  fue igual a cero.

Los Gráficos 1, 2, 3 y 4 contribuyen a un mejor entendimiento acerca de la transformación que ocurren en el color de estas frutas durante el proceso de maduración. Y más aún, estos análisis colorimétricos permiten el establecimiento de relaciones cualitativas y cuantitativas que ayudan a determinar fácilmente el día en que una fruta alcanzará su punto óptimo de maduración sólo mediante su color externo; así como cuando esta inmadura o pasada por un determinado número de días. Así pues, estas etapas distintivas del proceso de maduración pueden ser asociadas a colores definidos mediante el análisis colorimétrico de las frutas.

### Etiquetas colorimétricas

Con el análisis colorimétrico de los ejemplares de guayaba, aguacate Hass, mango Manila y plátano Tabasco se generaron patrones para etiquetas circulares divididas en tres secciones iguales, Fig. 7.



**Figura 7** Patrones de etiquetas para determinar el grado de maduración de guayabas (A), aguacates Hass (B), mangos Manila (C), y plátanos Tabasco (D) a través de su color externo. También se indica el número de días que faltan para que la fruta alcance su punto óptimo de maduración o los días que han pasado.

En la Fig. 7, cada sección de los círculos fue rellena con el color promedio de una fruta inmadura, madura o pasada. En el caso de las frutas inmaduras y pasadas se utilizó el color promedio que tienen los ejemplares 3 días antes o después de su punto óptimo de maduración para abarcar una semana completa.

La intención de generar estos patrones con colores es imprimirlos en papel autoadherible para crear etiquetas que sean pegadas por el productor en cada una de las frutas. De esta manera, el consumidor podrá comparar visualmente y lado a lado el color actual de la fruta con los colores de referencia en la etiqueta colorimétrica para determinar su grado de maduración.

Cabe recordar que la maduración de las frutas es un proceso continuo y, por lo tanto, el color de las frutas cambia con el tiempo. Por esta razón, el color de la fruta podría no coincidir exactamente con alguno de los colores en la etiqueta al momento de la comparación. Sin embargo, aun así, el consumidor podría determinar a cuál color de referencia se parece más el tono de la fruta.

## Conclusiones

En este trabajo se estudió la relación que existe entre el proceso de maduración organoléptica de cuatro tipos de frutas y su color externo mediante colorimetría.

Para este estudio empleamos ejemplares de guayaba, aguacate Hass, mango Manila y plátano Tabasco. Se midió el color externo promedio de estas frutas desde que los ejemplares fueron cortados hasta el momento en que habían sobrepasado su punto óptimo de maduración y ya no eran aptos para consumo humano. Se analizó el comportamiento del color externo de las frutas. En el caso de la guayaba y el plátano Tabasco, el punto óptimo de maduración se alcanzó cuando la luminancia y la coordenada cromática  $b^*$  lograron valores máximos, y al mismo tiempo la coordenada  $a^*$  fue igual a cero debido a un mayor contenido de carotenos. Para el aguacate Hass sólo la coordenada cromática  $a^*$  tuvo correlación con la maduración y el punto óptimo de maduración se dio cuando  $a^*$  fue cero.

En el mango Manila, las coordenadas cromáticas  $a^*$  y  $b^*$  tuvieron correlación con el proceso de maduración y se observó que estos mangos llegaron a su óptima maduración cuando  $a^*$  fue cero y  $b^*$  alcanzó un valor máximo. Por lo anterior, se concluyó que las coordenadas cromáticas  $a^*$  y  $b^*$  son las que tienen mejor correlación con la maduración de las frutas por estar asociadas al contenido de pigmentos tales como los carotenos y las antocianinas. Esto se debe a que la concentración de dichos pigmentos aumenta durante la maduración de estas frutas y al mismo tiempo disminuye su coloración verde debido a la descomposición de las clorofilas. De hecho, se estableció el criterio de que cuando estas frutas llegan a su punto óptimo de maduración, su coordenada cromática  $a^*$  es igual a cero. Por otra parte, la evolución temporal del color superficial de las frutas permitió la definición de colores de referencia asociados a las etapas de inmadurez, madurez y senescencia.

Estos colores de referencia fueron colocados en patrones de etiquetas que el productor puede adherir a cada fruta. Las etiquetas le permiten al consumidor determinar fácil y rápidamente el grado o etapa de maduración de una fruta a través de la comparación visual y lado a lado del color externo de un ejemplar con los colores de referencia en la etiqueta, simplificando el proceso de selección.

## Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con el apoyo del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, la División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, y la Rectoría del Campus Celaya-Salvatierra de la Universidad de Guanajuato.

## Referencias

- Almenar R. E., (2005). *Envasado activo de fresas silvestres*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Artigas J. M., Perea P. C., Ramo J. P., (2002). *Tecnología del color*. 1<sup>ra</sup> ed., Universidad de Valencia, Valencia, España, pp. 429.
- Borja S., Percy M., Nevado C., Dick D., (2016). *Evaluación del color del epicarpio de tomate (Solanum lycopersicum) en el espacio cromático CIElab, en relación con sus propiedades fisicoquímicas, en el proceso de maduración*. Tesis, Universidad de Sipán, Perú.
- Bowers J., (1992). *Food theory and applications*. Macmillan Pub. Int. Ed. Nueva York, USA, pp. 952.
- Cote Daza S. P. (2011). *Efecto de la intensidad de la radiación UVC sobre la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de frutos*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, La Plata, Argentina, pp. 85.
- Eroski Consumer, (2018). *Frutas*. Consultada en <http://frutas.consumer.es/info/maduracion> (fecha de consulta 30-06-2018).
- Hughes K., Ong C. N. (1998). Vitamins, selenium, iron, and coronary heart disease risk in Indians, Malays, and Chinese in Singapore. *J Epidemiol Community Health* 52(3): 181-185.
- Hunt R. W., (1991). Revised color-appearance model for related and unrelated colors. *Col. Res. Appl.* 16, pp. 146-165.
- Hunt R. W., (1994). An improved predictor of colorfulness in a model of color vision. *Col. Res. Appl.* 19, pp. 23-33.
- Jacob R. A., Burri B. J., (1996). Oxidative damage and defense. *Am J Clin Nutr.* 63(6): 985-990.
- Kenneth R., Harding J., Byrne T. G., (1993). Colorimetric analysis of gerbera flowers. *Hort Science* 28: 735-737.
- Konica-minolta (2008). "Color spaces". Consultada en <http://sensing.konica-minolta.com.mx/learning-center/color-measurement/color-spaces/> (fecha de consulta 30-06-2018).
- Küppers, H., (2005). *Fundamentos de la teoría de los colores*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.
- Moccia S., Monaco E., Oberti A., Chiesa Á., (2007). Evaluación comparativa de índices de calidad a cosecha y post cosecha en seis variedades de frutilla (Frutilla x ananassa Duch.). *En memorias del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Cartagena, España, pp. 432-441.
- Parramón, J. M., (1993). *El gran libro del color*. Parramón ediciones, Barcelona, España.
- Prieto B., Carballo J., (1997). El control analítico de la calidad en los productos cárnicos crudos-curados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 1(5): 112-120.
- Prior R. L., Wu X., Schaich K., (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem* 53 (10): 4290-4302.
- Pujol J., Capilla P. P., Artigas J. M., (2002). *Tecnología del color*. Editorial Universitat de València, Servei de Publicacions, España.
- Samson J., (1985). *Tropical fruits*. Longman. Malden, MA, USA, pp. 336.
- Shamaila M., Baumann T. E., Eaton G. W., Powrie W. D., Skura B. J., (1992). Quality attributes of strawberry cultivars grown in British Columbia. *Journal of Food Science* 57(3): 696-699.

Vignoni L. A., Césari R. M., Forte M., Marabile M. L., (2006). Determinación del índice de color en ajo picado. *Información Tecnológica* 17(6): 63–67.

Wagner D., Burton G.W., Ingold K.U., Locke S., (1985). Quantitative measurement of the total peroxy radical-trapping antioxidant capability of human blood plasma by controlled peroxidation. *FEBS Lett.* 187: 33-40.

Zelanski, P. y Fisher M. P., (2001). *Color*. Editorial Tursen y M. Blume, Madrid, España.

## Reducción del tiempo de horneado en la fabricación de insuladores: estudio de caso Six Sigma

### Reduced baking time in the manufacture of insulators: Six Sigma case study

CANO-CARRASCO, Adolfo\*†, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, VÁSQUEZ-TORRES, María Del Carmen y PEÑÚÑURI-GONZÁLEZ, Sandra Armida

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Adolfo, Cano-Carrasco*/ ORC ID: 0000-0002-3392-3667, Researcher ID Thomson: G-5035-2018, CVU CONACYT ID: 266064

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *René Daniel, Fornés-Rivera*/ ORC ID: 0000-0002-7438-0056, Researcher ID Thomson: G-3906-2018, CVU CONACYT ID: 280435

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *María del Carmen, Vázquez-Torres*/ ORC ID: 0000-0003-0938-4955, CVU CONACYT ID: 286266

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Sandra Armida, Peñuñuri-González*/ ORC ID: 0000-0002-3277-732X, Researcher ID Thomson: S-8718-2018, CVU CONACYT ID: 620249

Recibido 11 de Abril, 2018; Aceptado 16 de Junio, 2018

#### Resumen

Este artículo aborda un caso de estudio para ilustrar la aplicación de la metodología Six Sigma en una empresa mexicana del giro aeroespacial. La investigación se genera a partir de datos del proceso de elaboración de insuladores y muestra la mejora derivada de la aplicación de las fases de la metodología DMAIC para conseguir una reducción del tiempo de ciclo de insuladores al disminuir el tiempo de horneado de las piezas. Las implicaciones prácticas son la mejora aplicada directamente al proceso de producción y el aprendizaje en la experiencia de la realización del proyecto a través de la identificación de factores que influyen en la resistencia a la tensión del insulador y su aislamiento eléctrico. No obstante que Six Sigma ha sido exitosa en los últimos años en el sector manufacturero, su aplicación debe ser analizada para generar conocimiento que pueda ser aplicado en futuros proyectos.

**Six Sigma, DMAIC, mejora continua**

#### Abstract

This article brings out a case study to illustrate the application of the Six Sigma methodology in a Mexican aerospace company. The research is generated from data about insulators development process and shows the improvement derived from the application of DMAIC methodology phases to get a reduction of insulators cycle time, which is due to decrease in pieces baking time. The practical implications are the improvement directly applied to the production process and learning in the experience of carrying out this project through the identification of factors that influence the insulator tension resistance and its electrical isolation. Although Six Sigma has been successful in recent years in the manufacturing sector, its application must be analyzed to generate knowledge that can be applied in future projects.

**Six Sigma, DMAIC, Constant improvement**

**Citación:** CANO-CARRASCO, Adolfo, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, VÁSQUEZ-TORRES, María Del Carmen y PEÑÚÑURI-GONZÁLEZ, Sandra Armida. Reducción del tiempo de horneado en la fabricación de insuladores: estudio de caso Six Sigma. Revista de Invención Técnica 2018. 2-6:18-30

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: adolfo.cano@itson.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.



## Introducción

El principio de que la calidad se logra a través de la reducción de la variabilidad propuesto por Shewhart (1931), fue adoptado posteriormente cuando muchos directivos notaron que la mejora de la calidad detona de modo inevitable en el mejoramiento de la productividad Deming (1986), esto se explica a través de una reacción de eventos en cadena, si mejoramos la calidad, decrecen los costos por reprocesos, equivocaciones, retrasos, se aprovecha mejor el tiempo de máquinas, el tiempo de los trabajadores y los materiales, el tener mejor calidad y precio más bajo, conquista al mercado logrando así la permanencia en el negocio y por ende habrá más trabajo.

Uno de los grandes retos que enfrentan actualmente las empresas es la globalización y el movimiento del mercado, implicando el tener que poner en marcha estrategias de mejora e innovación sustentables que asociadas a una fabricación de bajo costo para tener éxito y lograr la rentabilidad al ser más productivas Cruz y Monge (2015).

En el caso de la industria mexicana La productividad se ha caracterizado en la pérdida de competitividad de las manufacturas, que ha estado basada principalmente en una estrategia de bajo costo de la mano de obra. Esta estrategia parece no ser sustentable cuando la demanda se reduce en los mercados internacionales y frente al aumento de la competencia que tiene su origen en otras economías emergentes, sobre todo China Casa nueva y Rodríguez (2009). En adición a lo anterior Mertens (2005) establece que la competitividad de la industria manufacturera requiere de “lograr un eslabón cualitativamente diferente y superior de competitividad, basada en productos con mayor valor agregado”.

Uno de los sectores más importantes de la manufactura es el aeroespacial, la cual se encargada del diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves, desde aviones hasta naves espaciales, así como de los equipos específicos asociados, tales como son los sistemas de propulsión y navegación.

El sector aeroespacial se ha caracterizado en los últimos años por un notable crecimiento, según BANCOMEXT (2015) el presidente de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), Benito Gritzewsky, comenta: “La industria aeroespacial está cosechando los frutos de un esfuerzo que inició hace más de 30 años en nuestro país, gracias al establecimiento, a principios de los años ochenta, de grandes corporaciones transnacionales, que generan miles de empleos” y resalta la importancia para México al comentar “Las metas son altas: para 2020 se busca el décimo lugar en la posición global de manufactura, generar 110 mil empleos y exportaciones por 12 billones de dólares” por ello es importante visualizar las áreas de oportunidad para atajarlas a tiempo fortaleciendo a dicho sector.

Se considera que en cinco años, la industria aeroespacial duplique su crecimiento en México, esto por el incremento en la demanda de aviones y por ende de sus componentes necesarios para su elaboración, un dato estimado proyecta 37,000 aeronaves nuevas en los próximos 20 años. Por otra parte, algo que ha distinguido a México es su competitividad en costos de manufactura aeroespacial aunado a su ubicación geográfica que lo convierte en un campo de operaciones estratégico para este tipo de industria. El estado de Sonora, México alberga uno de los clústeres de mecanizados aeronáuticos más importantes e integrado del país. Como mencionan acerca de la Industria Aeroespacial Mexicana (Archundia, Hernandez, Moreno, Padilla, Pérez y Sandoval, 2014) las partes principales que son manufacturadas consisten de álabes y componentes para turbinas y aeromotores.

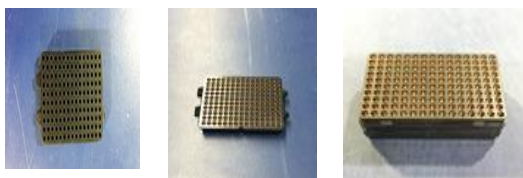
La capacidad en el sector aeronáutico inició con el ensamble de electrónicos (conectores y arneses), así mismo ha impulsado aún más la complejidad y tecnología relacionada con materiales compuestos, así como en aeroestructuras y en la disponibilidad de procesos especiales. La estrategia del estado se basa en el desarrollo de la cadena de suministro, con un enfoque en la innovación, principalmente en la fabricación de turbinas, y la generación de talento especializado en las necesidades de la industria (Secretaría de Economía, 2013).

El presente documento muestra la aplicación de la metodología Six Sigma en la mejora de un proceso. La empresa bajo estudio se dedica a la fabricación de componentes de interconexión de alta confiabilidad para la industria aeroespacial, defensa, médica y de telecomunicaciones.

Actualmente la empresa cuenta con tres naves industriales, cada nave tiene una función distinta en el proceso, en la nave uno, "Ensamblado" se encarga de la fabricación de conectores, antenas, switches, cable fibra óptica, cables coaxiales, entre otros. Mientras que la nave dos "Maquinado" está encargada de la fabricación de piezas con máquinas fresadoras CNC y DMG. Por último, la nave tres "Platinado" tiene como función el proceso de galvanoplastia, consiste en depositar metales como plata, níquel, cobre, entre otros, sobre piezas de aluminio o plástico para darles conductividad y resistencia a la corrosión (Noriega y Guerrero, 2016).

La investigación se centra en el área de Sub ensamble en la que se realiza el primer ensamble de conectores que se envían posteriormente al área de ensamble final

Un insulador, es un componente o cuerpo que intercepta el paso a la electricidad y el calor aislándolo de otros componentes o sistemas. En la Figura 1 se observa la tapa del insulador de la familia NSX, después se muestra como es la base del insulador cuando se le inserta el clip, y por último se muestra como es el insulador con su tapa pegada.



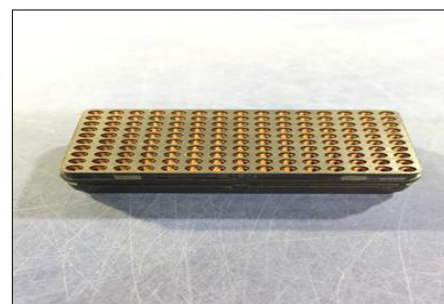
**Figura 1** Tapa, base procesada e insulador con tapa.

La tapa puede ser delgada y gruesa dependiendo de las especificaciones, sin embargo, su función principal es prevenir que los clips se salgan de su posición debido a su diferencia de diámetro y mantener unida la pieza, existen diferentes tipos de familias, entre ellas están las piezas con número de parte EPXB28, la cual es una pieza rectangular que consta de 28 cavidades y pertenece a la familia de productos EPXB como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Pieza de la familia EPXB.

También se encuentra la pieza NSX150 la cual a su vez es una pieza rectangular que cuenta con 150 cavidades y pertenece a la familia NSX (ver Figura 3), estas dos familias se trabajan en la línea 1 en el área de Sub ensamble.



**Figura 3** Pieza de la familia NSX

En la línea 1 se encuentran las siguientes estaciones y las actividades que se realizan en cada una de ellas: (1) Clip (automático y manual): En la actividad de clip se insertan los clips a los insuladores (base de la pieza) los cuales sirven para conducir la corriente a través de la cavidad, se realiza manualmente cuando los clips son muy grandes para insertarlos con la máquina y se requiere hacerlo directamente con las manos o con ayuda de una aguja.

Se realiza en modo automático cuando una pieza lleva muchos clips del mismo tamaño y se utiliza una máquina que los va insertando de uno por uno de manera mecánica; (2) Pegado 1 (incluye: pegado, clamping, horneado y enfriado): Se une con la ayuda de un adhesivo llamado Eccobond, el insulador con su tapadera; para después pasar a la actividad de clamp, la cual consiste en prensar los insuladores pegados con su tapa para posteriormente pasar al horno, el cual requiere una hora de recuperación de temperatura, cinco horas de horneado más una hora de enfriado posterior al horneado; (3) Rectificado: Consiste en quitarle un par de pestañas a las piezas las cuales no son deseadas y provienen del moldeo del material; (4) Prueba eléctrica: Consiste en someter las cavidades de la pieza a altas tensiones eléctricas para comprobar que no se cree un arco eléctrico entre cavidades; (5) Pegado 2 (pegado, clamping, horneado, y enfriado): el Pegado 2 consta de las mismas tres actividades del Pegado 1, a diferencia de que en el Pegado 2 se pega un material llamado Seal, Grommet o ambos, según sea requerido por el cliente, y utilizan unas bases llamadas platos para posicionar el Grommet; (6) Marcado de cavidades: esta actividad consta de imprimir tinta en la tapadera ya pegada, marcas que el cliente requiere para su uso; (7) Marcado láser: esta actividad se realiza en un lateral de la pieza en la cual se imprime la marca de la empresa, entre otros datos relevantes; (8) Inspección final y empaque: en la inspección final se revisa que todas las piezas se encuentren como las ordenó el cliente para posteriormente ser empacadas y almacenadas listas para enviarse.

La estación bajo estudio será la de Pegado 1, específicamente se aborda la actividad de horneado, la cual tan solo en este proceso tiene una duración de cinco horas más una hora de recuperación del horno y una hora del enfriado, esto la convierte en la más lenta de la línea a consecuencia de esto se observa una oportunidad de ser mejorada. Por otra parte, la capacidad del horno es limitada a seis charolas de las cuales solo tiene la capacidad de nueve clamps y cada clamp contiene seis piezas con esto se concluye que produce alrededor de 324 piezas por horno cada cinco horas (sin considerar los tiempos de recuperación), para posteriormente utilizar la máquina de prueba eléctrica para verificar el aislamiento eléctrico entre las cavidades de la pieza.

Otra característica en el área es que los tiempos de las operaciones actualmente son dispares debido a que hay actividades que duran un tiempo considerable y limitan la capacidad de producción. El Gráfico 1 muestra la relación de los tiempos de las operaciones respecto al tiempo Takt del área de Sub ensamble.

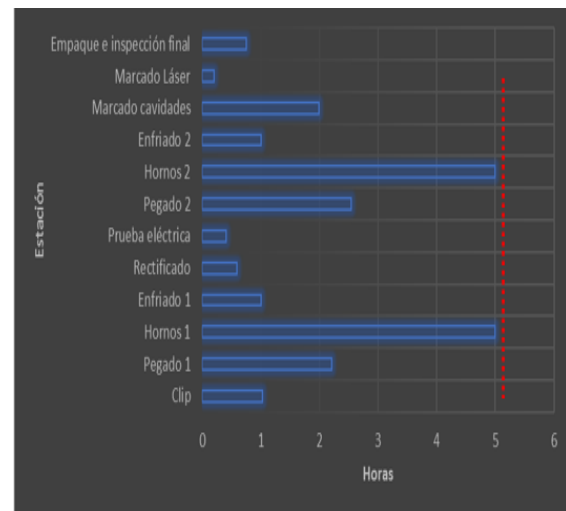


Gráfico 1 Tiempos de estaciones de línea 1

Como se puede observar en la gráfica anterior, la línea punteada roja muestra el cuello de botella que es generado por la operación de horneado la cual requiere de cinco horas, dicho tiempo de operación limita la producción. El tiempo de ciclo describe cuánto tiempo toma completar una tarea específica desde el comienzo hasta el final, para las piezas que entran a la estación de clip hasta que son empacadas en la estación de inspección final dura 1.5 días (este valor lo proporciona el área a través del registro de los tiempos de procesamiento de las diferentes piezas y familias en un sistema de datos interno).

## Problema

En la empresa bajo estudio dentro del área de Sub ensamble tiene un tiempo de ciclo en general de 1.5 días. La operación que presenta la mayor contribución, en cuanto al tiempo es la de horneado de piezas con un tiempo de operación de cinco horas, en las cuales las piezas quedan retenidas dentro del horno y no pueden ser movidas hasta que termine la operación de horneado, por lo cual influye directamente en el tiempo de ciclo.

Esta actividad requiere adicionalmente una hora de recuperación de temperatura hasta 155 °C y una hora de enfriamiento de las piezas, considerando que la operación de horneado se requiere nuevamente en la etapa de Pegado 2 esto agrega siete horas adicionales de operación resultando una contribución de 14 horas al tiempo de ciclo mencionado. Aunque son similares los procesos en Pegado 1 y Pegado 2 las operaciones manejan distintas variables así que esta investigación se enfoca solo al Pegado 1.

Por lo anterior se plantea el siguiente problema: En la estación de pegado 1 de la línea 1 existe un alto tiempo de horneado de las piezas que limita la capacidad de producción del proceso de elaboración de insuladores.

### Hipótesis

Para esta investigación se han establecido las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia entre los tratamientos considerados que intervienen en el horneado de piezas en las familias EPXB28 en la estación de pegado de la línea 1 (Nivel de confianza 95%).

Ha: Se presenta diferencia entre los tratamientos considerados que intervienen en el horneado de piezas en las familias EPXB28 en la estación de pegado de la línea 1 (Nivel de confianza 95%).

### Objetivo

Reducir el tiempo de horneado en la elaboración de insuladores en la estación de pegado 1 de la línea 1.

### Objetivos específicos

En adición a lo anterior se tienen los siguientes objetivos específicos:

Ilustrar a través de un caso de estudio la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC.

Determinar el efecto de los posibles tratamientos que intervienen en el horneado de piezas en las familias EPXB28 en la estación de pegado 1 de la línea 1.

Establecer un plan de control para evitar desviaciones en relación a los requisitos de calidad del proceso de producción de insuladores.

### Marco Teórico

El crecimiento industrial provocado por la revolución industrial a fines del siglo XIX, permitió el desarrollo de los métodos científicos de estudio de tiempo - movimiento y estandarización del trabajo, a la vez que promovió la premisa de que la productividad se incrementa al elevar la habilidad y destreza del trabajador. Por consiguiente fue una preocupación lograr un mayor rango de tareas convirtiéndolos en mano de obra altamente calificada; fue así que se marcó una tendencia al adoptar este enfoque para distintos sistemas de fabricación elevando los niveles de producción para disminuir los costos unitarios y tratar de obtener con ello niveles de calidad con menor variación (Mefford,2009). El cuestionamiento de dicho enfoque de producción se realizó posterior a 1960 al observar los grandes volúmenes de materiales requeridos para operar los procesos de producción, cuya operación eficaz requiere de altos inventarios por sobreproducción y niveles altos de desperdicio (Ohno, 1988).

La compañía Toyota en Japón fue la promotora del cambio de paradigma, al observar como los aspectos mencionados consumen muchos recursos de la organización, tales como materiales, infraestructura y humanos para funcionar de modo eficaz (Ohno, 1988). En síntesis para tener una visión de eficiencia en el enfoque en masa era requerido largas corridas de producción provocando altos niveles de utilización de capital y espacio, el amortiguar la ocurrencia de problemas en la operación de los procesos ocultó el confrontar los problemas de producción reales que enfrentan las organizaciones (Ohno, 1988).

Fue así como se dio el surgimiento de la metodología de mejora de procesos Lean, la cual es utilizada para cumplir eficazmente con la entrega de productos eficientando los recursos implicados al reducir el tiempo y mejorar la calidad (Laureani A., Jiju A. & Douglas A., 2010).

Womack y Jones (1996) expresan que Lean es "una forma de especificar el valor, alinear las acciones de creación de valor en la mejor secuencia, llevar a cabo esas actividades sin interrupción cada vez que alguien las solicite, y realizarlas de manera más efectiva". Por otra parte el pensamiento Lean es esbelto porque proporciona una manera de hacer más y más con menos y menos esfuerzo humano, menos equipo humano, menos tiempo y menos espacio, mientras se acerca cada vez más a proporcionar a los clientes exactamente lo que quieren (Laureani A., Jiju A. & Douglas A., 2010).

Por otra parte Six Sigma es una metodología de mejora de procesos impulsada por datos utilizada para lograr resultados de proceso estables y predecibles, reduciendo la variación y los defectos del proceso: Snee (1999) expresa que es "una estrategia comercial que busca identificar y eliminar causas de errores o defectos o fallas en los negocios, enfocándose en productos que son críticos para los clientes".

Lean y Six Sigma han seguido trayectorias independientes desde la década de 1980, cuando los términos se codificaron y definieron por primera vez. Lean se originó en Japón (dentro del Sistema de Producción de Toyota); y Six Sigma comenzó su vida en los Estados Unidos dentro del Motorola Research Center (Rogers, 2011) y (Laureani A., Jiju A. & Douglas A., 2010).

Las metodologías usadas de modo frecuente en Six Sigma están constituidas por los pasos, que representan las fases de Definir, Mejorar, Analizar, Mejorar y Controlar en el caso de procesos ya existentes y en el caso de nuevos productos y procesos Definir, Mejorar, Analizar, Diseñar y Verificar. En el caso del enfoque de DMAIC constituye un ciclo de mejoramiento efectivo y resuelve problemas relativos a reducir la variación y la tasa de defectos (Hung & Sung, 2011).

Las herramientas y técnicas para la implementación de Six Sigma comúnmente usadas en ambos enfoques DMAIC o DMDV son: SIPOC (supplier, input, process, Output, Customer), Mapeo de procesos (process mapping), Mapeo de procesos de valor (value Stream mapping),

Despliegue de funciones de calidad (Quality Function Deployment), Análisis de modo efecto falla (Fail Mode Effect Analysis), Análisis de Pareto, Análisis de capacidad de proceso, Diseño de experimentos, Análisis causa efecto (Tabassum, Bayraktar, Din & Durucu, 2016).

La manufactura esbelta desarrolla la mejora continua a través de un enfoque sistemático para identificar y eliminar actividades de No valor, teniendo como meta mantener los costos bajos para lograr la competitividad (Rahani & Al-Ashraf, 2012). A su vez se apoya en una filosofía de gestión y el uso de herramientas y técnicas de fabricación esbeltas.

Cualesquier actividad que absorbe recursos pero no crea valor es reconocida como desperdicio, los más comunes están representados por errores que precisan retrabajo, producción excesiva de artículos que ocasionan un acumulación de producto, pasos innecesarios, movimientos innecesarios de personal y transporte de materiales, productos innecesarios, esperas, bienes y servicios que no satisfacen los requisitos del cliente (Womack & Jones, 2012) (Holtzeimer-María de Á., Guillen-Mima, 2015).

Desde el punto de vista estadístico Sigma ( $\sigma$ ) representa la desviación estándar respecto al valor medio de un conjunto de datos. En el ámbito de este estudio Sigma como métrica propia de la metodología es reconocida como (Z) la cual es la métrica de capacidad de procesos de mayor uso en Seis Sigma. Y se obtiene calculando la distancia entre la media y las especificaciones, para posteriormente dividir esta distancia entre la desviación estándar Gutiérrez P. H. y De la Bara S. R. (2009).

Para un proceso con doble especificación se tiene Z superior,  $Z_s$ , y Z inferior,  $Z_i$ , que se definen de la siguiente manera:

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} \quad Y \quad Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma} \quad (1)$$

La capacidad de un proceso medida en términos del índice Z es igual al valor más pequeño entre  $Z_s$  y  $Z_i$ , es decir:

$$Z = \text{mínimo} [Z_s, Z_i] \quad (2)$$

## Metodología de Investigación

Se describe a continuación la metodología aplicada en este proyecto, para satisfacer los objetivos de investigación trazados.

## Tipo de Investigación

Esta es una investigación aplicada que ilustra la ejecución de la metodología Six Sigma en su forma DMAIC a un proceso de elaboración de insuladores en una empresa de tipo aeroespacial.

## Sujetos

Esta investigación se limita a la actividad de horneado de piezas en las familias EPXB28 en la estación de pegado 1 de la línea 1 para fabricación de insuladores.

## Materiales

Los materiales considerados en esta investigación se detallan a continuación:

- Software Microsoft Visio para la realización de los diagramas de los procesos y representaciones gráficas del layout.
- Báscula proporcionada para el estudio de repetibilidad y reproducibilidad.
- Cronómetro para la toma de tiempos de las operaciones del proceso bajo estudio.
- Minitab versión 17.
- Hornos utilizados en la fabricación de insuladores y asignados a la línea 1.
- Goma para el pegado de los componentes.
- Dispositivo para medir la Tension de los insuladores en la prueba de resistencia.
- Dispositivo para medir el aislamiento eléctrico de los insuladores producidos.

## Procedimiento

Las actividades de este proyecto se fundamentaron en Pande & Holpp (2002) y Gutiérrez P. H. y De la Bara S. R. (2009).

## Definir el proyecto

En esta fase del proyecto se realizó un recorrido por la línea 1 para recabar información relevante, se identificaron las estaciones de trabajo, materiales y herramientas a utilizar dentro del proceso de pegado 1. Se elaboró una carta constitutiva del proyecto, determinando los roles y funciones del equipo de trabajo, el proceso a abordar, el dueño del proceso, los indicadores y metas, así como la situación inicial del problema, los CTQ (critical to quality), fechas de inicio y término del proyecto.

## Medir variables

En esta etapa se generó un mapa de proceso en el cual se identificaron las variables posibles en la medición y posteriormente fueron analizadas por medio de un AMEF para establecer su prioridad y definir así las variables a medir. El proceso de medición comenzó con el establecimiento del plan de medición para recolección de datos.

Este incluyó datos para la validación del sistema de medición, datos para el análisis de la tensión a la ruptura con los tratamientos considerados en la experimentación y datos para el análisis de capacidad en relación a la cantidad de goma que requiere el insulador. Se revisó la variación del proceso de medición de las variables críticas para el cliente a través de un estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) para datos de atributos y continuos considerando dos operarios y diez piezas, para la variable Cantidad de goma de los insuladores; para la variable Aislamiento eléctrico se eligieron dos operarios y veinte piezas diferentes. El análisis se realizó con la ayuda del software Minitab.

## Analizar

En esta etapa se realizó un gráfico de control del proceso para verificar si estaba en control, posteriormente se determinó la capacidad de proceso para establecer la situación en la que se encuentra. Se realizó una comparación de las diferencias de las medias de los tratamientos experimentales a los que se sometieron los insuladores a través de una comparación de los parámetros de fuerza de ruptura.

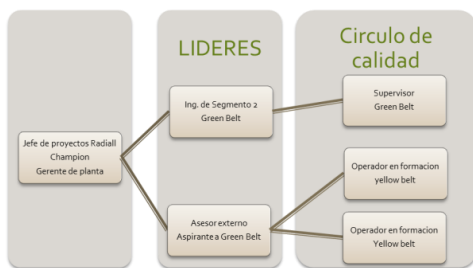
Las variables consideradas para el análisis fueron: Tipo de horno, Cantidad de goma, Temperatura de horneado, Tipo de goma, Tiempo de horneado. Se realizó un análisis de la distribución de los datos a través de diagrama de caja y bigote; posteriormente se compararon las medias de los distintos tratamientos con el fin de descartar si los cambios en los niveles de las variables tienen efecto sobre los parámetros de aislamiento eléctrico y fuerza de ruptura. 3.4 Mejorar el proceso. A partir de los resultados de la etapa de análisis se desarrollaron recomendaciones en cuanto al proceso de pegado 1, en relación al manejo de la goma, la utilización del tiempo de horneado y el tipo de horno utilizado. 3.5 Controlar el proceso. Se elaboró un Plan maestro de control para estandarizar el proceso y producir productos de calidad con las especificaciones del cliente, los datos considerados consistieron en la descripción de actividades, herramientas e instrucción de trabajo, especificaciones, características de proceso y producto. Adicionalmente se incluyen acciones derivadas del AMEF para prevenir desviaciones del proceso en función de los riesgos críticos detectados.

**Resultados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las actividades del procedimiento realizado.

**Definir el proyecto**

Como primera actividad se organizó la estructura del proyecto como lo expresa la figura 4.



**Figura 4** Estructura del equipo del proyecto

La situación inicial del proceso muestra una problemática en la estación de Pegado 1 relacionada con la reducción del tiempo de horneado, sin problemas de no conformidad en cuanto a especificaciones de calidad.

Aún cuando la cantidad de Goma tiene un rango de especificación, no ha sido prioridad en este caso el lograr disminuir la variación en la cantidad de goma, por ello los niveles Sigma para corto y largo plazo cuyos valores en la muestra analizada son respectivamente:  $Z_c=3.42$  y  $Z_l=3.09$  proyectan un nivel de partes por millón fuera de especificación de 573 tal como se muestra en la tabla 1.

Indicador	(Base Line)	Meta
Tiempo de	5hr	2hr
Aislamiento Eléctrico	PPM=0	
Peso Goma en base a una muestra del proceso actual con subgrupos de n=5	En corto plazo PPM=573, Cpk=1.14, $Z_c=3.42$ . En largo plazo PPM=1740.85, Ppk=1.03, $Z_l=3.09$ $Z_c-Z_l=0.33$ se tiene un buen control del proceso	

**Tabla 1** Etapa de definición (extracto del proyecto)

Adicionalmente se puede observar que las variables críticas de la calidad en este proyecto son constituidas por el peso de la goma y el aislamiento eléctrico. Sin embargo, se consideró la variable alterna: Resistencia a la tensión para evaluar la calidad del proceso de pegado 1.

**Medir variables**

Esta fase se realizó en tres etapas:

**Plan de colección de datos**

A partir de las variables identificadas en el mapa de procesos, se aplicó una matriz causa- efecto, como la mostrada en la figura 5.

CAUSE AND EFFECT MATRIX						
KPOV's	Evaluación criteria: 9 = Direct effect Y=f(x) 3 = Moderato effect Y=f(x) 1 = Remote effect Y=f(x) 0 = There is no correlation between X	Punto eléctrico		Total	Porcentaje acumulado	80%
		Y1	Y2			
X52	Tiempo en el horno	9	9	153	3.57%	80%
X53	Temperatura del horno	9	9	153	3.57%	
X13	Cantidad de goma	9	9	153	3.57%	
X14	Goma vieja o goma nueva	9	9	153	3.57%	
X18	Tipo de goma	9	9	153	3.57%	
X28	Tipo de horno	9	9	153	3.57%	
X14	Proporciones de las partes goma parte B A	3	9	105	2.45%	
X30	Desgaste de rodillo	3	9	105	2.45%	
X31	Presión de aplicación	3	9	105	2.45%	
X32	Tiempo de recuperación de la goma	3	9	105	2.45%	
X19	Altura de pegado pieza	3	9	105	2.45%	
X24	Básica	9	9	105	2.45%	
		9	9	105	2.45%	
		9	9	105	2.45%	
		9	9	105	2.45%	

**Figura 5** Matriz causa y efecto.

Nota: La matriz anterior consideró la relación de las variables X's con las Y's tomando como referencia las puntuaciones siguientes: 9=Efecto directo  $Y=f(x)$ , 3=Efecto moderado  $Y=f(x)$ , 1=Efecto remoto  $Y=f(x)$ , 0=Ausencia de correlación.

Posteriormente se aplicó un AMEF para determinar las variables más importantes para el proyecto véase figura 6.

Efecto Impacto	Proceso Operación	Proceso Causas	Efectos de falta Falta causa	Falta Falta			Prevención Prevención			Vibración Control		
				Modo de falla Falta causa	Efectos de falta Falta efecto	Causas Falta causa	Occurencia Occurencia	Modo de detección Detección	D	S	OH	
Pegado 1	Horno	Tiempo en el horno	Tiempo insuficiente de horneado	Mal pegado de la goma Goma no se endurece lo suficiente	Se abre la puerta durante el proceso Falta recuperación de temperatura Se sacan piezas antes de tiempo	Moderada	Visual	2	1	1	20	
Pegado 1	Horno	Temperatura en el horno	Temperatura por arriba del límite	Se dermite el pegamento Goma en cantidad	Sensar descompuesto Falta de atención a los hornos	Baja	Visual	3	2	4	24	
Pegado 1	Horno	Temperatura en el horno	Temperatura por debajo del límite	No pagan los partes Desbalance en pieza Fuerza de union debil	Falta de seguimiento a controles de calidad Se abre constantemente la puerta	Baja	Visual	2	1	1	10	
Pegado 1	Pegado	Cantidad de goma	Exceso de goma en pieza	Goma en cantidad Insulador con goma Levantamiento de pieza maquina de pegado No和调整 modificado	Condicion de la maquina Falta de mantenimiento	Alto	Visual	2	2	5	20	
Pegado 1	Pegado	Cantidad de goma	Falta de goma en pieza	Insulador con goma Levantamiento de pieza maquina de pegado No和调整 modificado	Condicion del molde Falta de mantenimiento	Moderado	Visual	3	3	3	30	

Figura 6 AMEF de las variables de entrada al proceso

Se realizó el plan de recolección de datos detallando las variables, su definición operacional, sus especificaciones, su método de medición, la frecuencia con la que se medirá y el responsable. Para el caso de estudio las variables se resumen en la tabla 2.

**Validez del Sistema de medición.**

Como resultado de este paso, en el caso del sistema de medición para la prueba de aislamiento eléctrico: El operador 1 falló en una de las pruebas, mientras que el operador 2 coincidió con el estándar, el sistema de medición es excelente ya que el índice kappa (All Appraisers vs Standard) presenta un valor kappa>=90%. Por otra parte en la medición del peso de los insuladores, el número de categorías diferentes que detecta el estudio es alto, con un valor 748, poniendo en evidencia la precisión de los equipos utilizados. La variación debida al Sistema de medición es menor al uno por ciento es decir se obtuvo 0.19%, de la variación del estudio.

La contribución realizada por la variación de los operarios es insignificante en relación al sistema de medición. La repetibilidad resulta también muy baja al igual que la reproducibilidad con valores de 0.19 y 0.02 por ello la máxima variación fue la generada parte a parte con un valor casi de 100 por ciento se puede concluir que el sistema de medición es efectivo.

	Nombre	Definición
Y1	Aislamiento eléctrico	Prueba de calidad que consiste en verificar el aislamiento entre cavidades de la pieza.
Y2	Resistencia a la tensión	Prueba de ruptura la cual consiste en comprobar que el insulador y la tapa resistan una cierta cantidad de fuerza aplicada.
X12	Cantidad de Goma	Cantidad de goma aplicada entre la base de insulador y tapa de insulador.
X13	Edad de goma	La edad de la goma se cataloga como nueva y vieja dependiendo del tiempo de utilizarla
X52	Tiempo horneado	El tiempo que permanecen las piezas en el horno sin considerar el tiempo de preparación del mismo para que alcance una temperatura especificada.
X85	Tipo de horno	Existen 2 tipos de hornos en el área de producción.
53	Temper.	Temperatura a la que se someten los insuladores para el secado dentro del horno.

Tabla 2 Definición de variables

NOTA: Y2 Resistencia a la tensión, esta variable no es considerada como requisito de calidad de calidad del producto pero se adicionó por ser importante para establecer la calidad del proceso de pegado con una especificación Y2>=500N

**Análisis de la capacidad del peso de goma en el proceso de pegado de insulador**

Para este paso se tomaron 20 subgrupos de tamaño 5 de la familia EPXB28 con el peso del insulador las especificaciones consideradas fueron de LIE=0.037 gr., LSE= 0.041 gr. Los resultados muestran los valores siguientes en el corto plazo PPM=573, Cpk=1.14, Zc=3.42.

**Análisis**

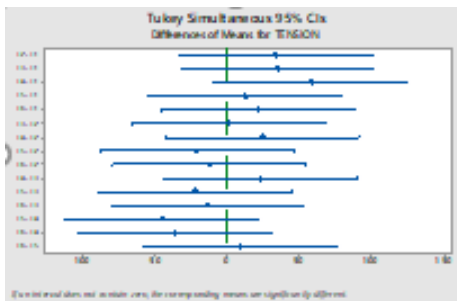
La experimentación se concretó a las variables Y1 Aislamiento eléctrico, Y2 Fuerza de sujeción, X12 Cantidad de Goma, X13 Edad de goma, X52 Tiempo de horneado, X85 Tipo de horno, y X53 Temperatura de horno. Se realizó una comparación de distintos tratamientos a los que se sometieron los insuladores, las variables de control fueron la temperatura del horno con valores de 155°C y 175°C, el tiempo de vida de la goma (0-4hr goma nueva, 4-5hrs goma vieja), el tipo de horno chico y grande, el tiempo de horneado de 2 y 5hrs, la cantidad de goma por arriba y debajo de la media el detalle de los tratamientos se concentra en la tabla 3.



	Tipo de goma	Tiempo horneado	Cantidad goma	Tipo horno	Temp.
T1	Goma	5 hr	Arriba	Grande	155°C
T2	Goma	5 hr	Arriba	Grande	155°C
T3	Goma	2 hr	Arriba	Grande	155°C
T4	Goma	5 hr	Arriba	Chico	155°C
T5	Goma	2 hr	Arriba	Chico	175°C
T6	Goma Nueva	5 hr	Abajo Media	Chico	155°C

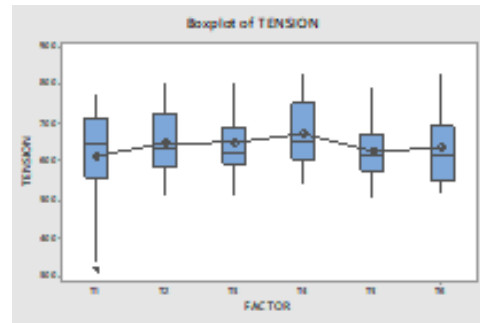
**Tabla 3** Tratamientos a los que se sometió a los insuladores EPXB28

Para los tratamientos EPXB28 se realizó la comparación de las diferencias de medias a través de prueba Tukey (Gráfico 2). El resultado revela que no existe diferencia estadística entre los distintos tratamientos. Respecto a la distribución de la Resistencia a la tensión, el tratamiento 1 muestra mayor variación, presentando datos atípicos en dos de las pruebas realizadas, no obstante el sesgo presente en la muestra los resultados permanecen igual estadísticamente.



**Gráfico 2** Prueba Tukey para los tratamientos de la familia EPXB28

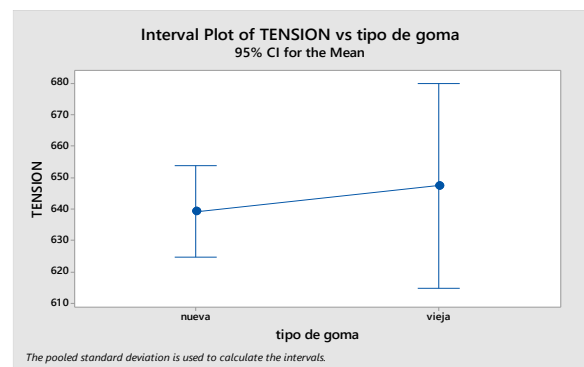
El tratamiento que presenta un mejor desempeño de la Resistencia a la tensión es el T4, en el que se utiliza Goma Nueva, con 5 hr de horneado, con una cantidad de goma Arriba Media (valor nominal de la especificación), en horno de dimensión Chica a 155°C de temperatura con los intervalos de confianza para las medias (ver Gráfico 3).



**Gráfico 3** Diagrama caja y bigote para los tratamientos de la familia EPXB28

**Mejorar**

Realizando un análisis con factores independientes, éstos no influyen en la prueba eléctrica ni en la prueba de Resistencia a la tensión. De los Gráficos 4 a la 8, el mejor desempeño es Goma Nueva, tiempo de 5 hrs de horneado es mejor resultado, sin embargo es recomendable reducir el costo de operación reduciendo el proceso a 2 hrs dado que no hay diferencia significativa, una cantidad de goma por arriba del valor nominal de la especificación brinda un resultado consistente y menor variación, por lo que la recomendación es redefinir esta especificación y orientar el proceso a producir teniendo como objetivo el valor nominal de esta especificación, el tipo de horno es una variable que no presenta discrepancia, puede usarse según disposición, la temperatura recomendada es de 155°C, representando un ahorro en cuanto al tiempo de preparación.



**Gráfico 4** Intervalo de conf. Goma

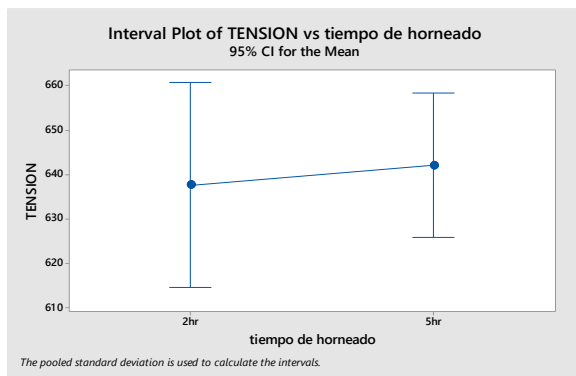


Gráfico 5 Intervalo de conf. Horneado

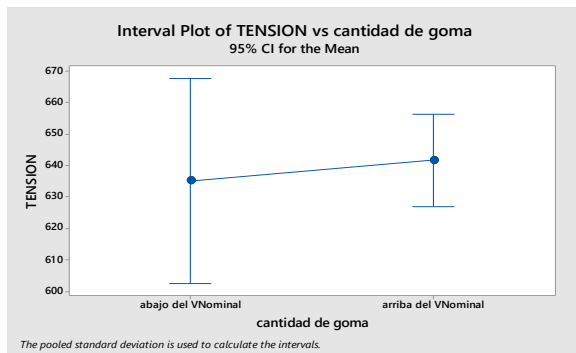


Gráfico 6 Intervalo de conf. Cant. De goma

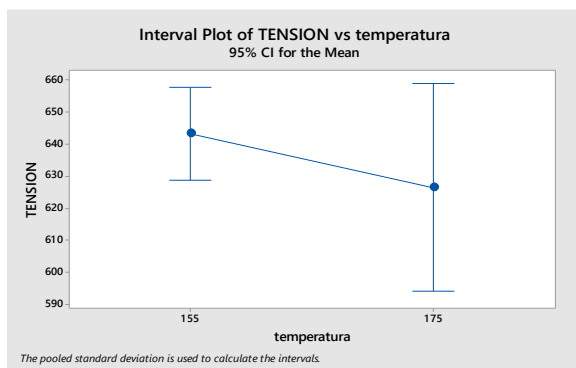


Gráfico 7 Intervalo de conf. Temp.

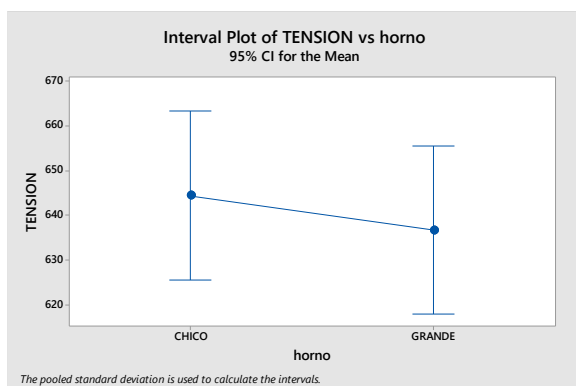


Gráfico 8 Intervalo de conf. Horno

Las condiciones de operación actuales en el proceso de pegado 1 consisten de un tiempo de recuperación del horno de 1 hr y tiempo de horneado de 5hrs, a 155°C, utilizando goma durante todo su tiempo de vida de 5 hr y la cantidad de goma solo precisa cumplir el rango de especificación de 0.037 gr a 0.041gr.

Se recomienda: (1) Elaborar el lote de Goma para 4 hr esto garantizaría que se esté usando goma nueva y se logre mejor desempeño. (2) Reducir el tiempo de horneado a 2 hrs respetando la recomendación del fabricante de elevar la temperatura a 175°, aunque la temperatura de 155° C presente un menor tiempo de recuperación del horno (por la apertura en cada horneada) no se tiene una certeza del efecto conjunto de mover estas dos variables. (3) Realizar un diseño de experimento para estudiar la interacción entre temperatura y tiempo de horneado sobre la resistencia a la ruptura de la pieza con la siguiente estructura, niveles de 155° y 175°C de temperatura, 2 y 5hrs de tiempo de horneado. (4) Enfocar la producción de insuladores en el valor nominal de la goma ya que actualmente se le pide al operador solo producir dentro del rango de especificación dando como resultado una distribución uniforme de la variable cantidad de goma.

Lo anterior provoca que se tenga un índice de capacidad relativamente bajo.

**Control**

Se realizó un AMEF del proceso, para identificar los riesgos y evaluar su impacto, así mismo se realizó el plan de control para la implementación de la propuesta (ver tabla 4).

Tipo de goma	Tipo de horno	Cantidad de goma	Temperatura en el horno	Tiempo en el horno	Variables
De 1-4 horas de vida	Indistinto	0.037-0.041 gr Atender valor nominal 0.039gr	175 °C	2 horas	Especificación
Medidor de tiempo de vida de la goma	Estandarización y calibración.	Báscula	Termómetro	Medidores de tiempo	Técnica medición
Diario	Mensual	Diario	Por orden	Por orden	Frecuencia muestra
Chequeo por orden de manufactura	Tablero de control hecho por el supervisor	Checar orden	Tablero de control	Tablero de control	Método control
Calcular el volumen de lote de goma en función de las órdenes a procesar durante 4	Chequeo periódico	Llevar control de calibración de báscula. Calibrar ajuste de navaja. Calibrar rodillos	Llevar un control en proceso.	Llevar un control de anomalías	Plan

Tabla 4

Conclusiones

El resultado de la fase de análisis de esta investigación muestra el rechazo de la hipótesis nula al comprobar que no existe diferencia entre los tratamientos considerados que intervienen en el horneado de piezas en las familias EPXB28 en la estación de pegado de la línea 1 a un nivel de confianza del 95%. A su vez se logró el objetivo reducir el tiempo de horneado con la nueva propuesta de procesamiento en la estación de pegado 1 de la línea 1.

También se logró ilustrar a través de un caso de estudio la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC y a través de sus fases se determinó el efecto de los posibles tratamientos que intervienen en el horneado de piezas culminando con el plan de control para evitar desviaciones en relación a los requisitos de calidad del proceso.

Referencias

Archundia Ortiz, L., Hernández Martínez, P., Moreno Blat, J. M., Padilla Monroy, M. J., Pérez Díaz, R. E., y Sandoval Ríos, M., (2014). *Plan nacional del vuelo Industria Aeroespacial Mexicana mapa de vuelo*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60149/MRT-Aeroespacial-2014.pdf>

Bancomext, (2015). Comunicado de Prensa: Ascenderán a 7,500 mdd las exportaciones del sector aeroespacial mexicano durante 2015. Recuperado del sitio: <http://www.bancomext.com/>

Casanueva R. C. y Rodríguez P. C.A., (2009). La productividad en la industria manufacturera mexicana; calidad del trabajo y capital humano. Comercio exterior, vol 59, num 1.

Cruz A. J. y Monge P .C., (2015). Manufacturing excellence approach to business performance model, VOLUME 10, European Journal of business and economics. ISSUE 1, 2015.

Deming W. E., (1986) Calidad Productividad y Competitividad. La salida de la crisis. Diaz de Santos. Editorial Cambridge University Press.

Gutiérrez P. H. y De la Bara S. R., (2009). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A. de C.V., 2da. Ed., México.

Holtzeimer-María de los Ángeles., Guillen-Mima, Rivera.-Denise. y Valentín.-Pedro, (2015). Mejora continua en la logística de producción para minimizar desperdicios. Revista de Tecnología e Innovación Mejora continua en la logística de producción para minimizar desperdicios. Septiembre, 2(4), 729–739.

Hung, H.Ch. & Sung, M.H., (2011) “Applying Six Sigma to manufacturing processes in the food industry to reduce quality”, Academic Journals, ISSN: 1992-2248, PP. 580-591.

Laureani A., Jiju A. & Douglas A., (2010). Lean Six Sigma in a call centre: a case study. International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 59 No. 8, 2010 pp. 757-768.

Mefford R. N., (2009). Increasing productivity in global firms: The CEO challenge. *Journal of International Management*. School of Business and Management, University of San Francisco. Elsevier Inc. All rights reserved. doi:10.1016/j.intman.2008.12.004

Mertens L., Brown F. y Domínguez L., (2005). "Competitividad, productividad y trabajo decente: desafíos para la industria manufacturera" *Trabajo*, año 1, num 1.

Noriega .D. J. O. y Guerrero P. A. A., (2016). *Manufactura esbelta: implementación de mejoras en el área de ensamble final de una empresa aeroespacial*. Tesis de grado. Departamento de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Sonora

Ohno, T., (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Cambridge, Ma.

Pande, P.S. & Holpp, L., (2002). *What is Six Sigma?*, McGraw-Hill, Nueva York.

Rahani. A.R., & Al-Ashraf, M., (2012). *Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study*. *Procedia Engineering*, 41, 1727–1734. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>

Rogers D., (2011). *The Future of Lean Sigma Thinking in a Changing Business Environment*. Productivity Press Taylor and Francis Group Boca Raton London New York.

Secretaría de Economía, (2013). *Sector Aeroespacial*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63679/FC\\_Aeroespacial\\_ES.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63679/FC_Aeroespacial_ES.pdf)

Shewhart W. A., (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. D. Van Nostrand Company, Inc.

Snee, R.D., (1999), "Why should statisticians pay attention to Six Sigma?", *Quality Progress*, Vol. 32 No. 9, pp. 100-3.

Tabassum Z., Bayraktar C. A., Din A. M. & Durucu M., (2016). Analysis of critical success factors of Six Sigma in Pakistani small and medium-sized enterprises. *World academy of science, engineering and technology, International journal of social, behavioral, educational, economic, business and industrial engineering*, vol:10, no:8.

Womack, J.P. & Jones, D.T., (1996), *Lean Thinking*, Free Press, New York, NY.

Womack, J. P., & Jones, D. T., (2012). *Lean Thinking Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*.

## Proyecto familiar invernadero de hortalizas

### Family project greenhouse vegetables

AVIÑA-BERUMEN, Cesar Eduardo\*† & BECERRA-REYES, Hugo de Jesús

*Universidad Tecnológica de Calvillo*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Cesar Eduardo, Aviñ-Berumen*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Hugo de Jesús Becerra-Reyes*

Recibido 6 de Abril, 2018; Aceptado 19 de Junio, 2018

#### Resumen

Nuestra región en el municipio de Calvillo enfrenta problemas culturales alimentarios que son preocupantes. Hay problemas en la producción, el almacenamiento, en la distribución y en la comercialización de alimentos, pero sobre todo en el consumo, que por su relación con la nutrición y la salud es el punto más crítico. La dieta humana debe contener carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, pero la alimentación de la mayoría de la gente no tiene un balance adecuado. Considerando que las vitaminas y minerales son los elementos más escasos en la dieta familiar, resulta conveniente contribuir al mejoramiento de la producción de hortalizas en el traspatio, ya sea a cielo abierto o bajo condiciones protegidas, como lo es nuestra propuesta en la Universidad

**Proyecto Invernadero Familiar, Desarrollo del Proyecto, Instalación de Vivero Familiar, Formación con su entorno ambiental**

#### Abstract

Our region faces Calvillo community food cultural problems that are troubling. There are problems in the production, storage, distribution and marketing of food, but especially in consumption, which, due to its relation to nutrition and health, is the most critical point. The human diet must contain carbohydrates, proteins, vitamins and minerals, but the diet of most people does not have an adequate balance. Considering that vitamins and minerals are the most scarce elements in the family diet, it is convenient to contribute to the improvement of the production of vegetables in the backyard, either under open sky or under protected conditions, as is our proposal at the University

**Family Greenhouse Project, Project development Family Nursery Facility, Training with its environmental environment**

**Citación:** AVIÑA-BERUMEN, Cesar Eduardo y BECERRA-REYES, Hugo de Jesús. Proyecto familiar invernadero de hortalizas. Revista de Invención Técnica 2018. 2-6:31-36

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: cesar. avina@utcalvillo.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Nuestro proyecto piloto de invernadero familiar comenzó con un grupo de estudiantes de Ingeniería en la Universidad Tecnológica de Calvillo en el 2018 enero. El proyecto cambio la percepción de trabajo y estudio de los alumnos, actualmente continua con su desarrollo en la elaboración de Macetas y Sistemas de cultivo por los alumnos de los siguientes cuatrimestres con la visión de producir vegetales a bajo costo y en huerto familiar. En el 2018 septiembre completamos la segunda fase del invernadero en lo cual apoderara a su desarrollo más sustentable con las herramientas para tener una cosecha optima y diversa.

Aparte de generar sinergia en los alumnos de ingeniería en relación de trabajo y estudio, también medimos el éxito del proyecto por medio de los cambios en comportamiento de los participantes y hasta ahora los resultados son favorables. Más del 85% de los estudiantes están reconociendo su trabajo para cultivar vegetales e incorporar la en sus dietas y desarrollar nuevos proyectos sustentables.

## Justificación

Por qué la Construcción de invernadero escuela

La primera fase del proyecto consistió en la construcción de la infraestructura del invernadero, para lo que se contó con la colaboración de Maestros y Estudiantes de la Universidad, en la carrera de Ingeniería

La construcción del invernadero implicó la realización de varias tareas principalmente:

Acondicionamiento del terreno. -  
Construcción de la estructura principal y soportes de aluminio. - Recubrimiento plástico.

Instalación del sistema eléctrico en proceso Etapa No 3 (alimentación eléctrica, iluminación, etc.) octubre 2018, debido al presupuesto limitado es necesario administrar sus etapas de instalaciones al igual del sistema de riego y el sistema de control asociado. - Instalación del sistema de acondicionamiento térmico (refrigeración/calefacción) para mantener el invernadero a la temperatura correcta fines de 2018.

La 3er fase del proyecto, y quizá la más importante, es la realización de ciclos formativos destinados a la formación de jóvenes de la Universidad.

Estos ciclos formativos se llevan realizando en el área de Ingeniería desde el año 2018 enero, y la construcción de este nuevo invernadero supone una ampliación de las capacidades de formación y una mejora de la capacidad productiva. La formación es eminentemente práctica, de forma que el alumno contribuye con su trabajo a la producción comercial del invernadero a la vez que adquiere los conocimientos y aprende las técnicas necesarias. Resumidamente los ciclos formativos se generan en las materias escolares y sus Unidades de Aprendizaje

## Problema

Uno de los principales problemas en el proyecto del Invernadero es la infraestructura y la tecnología necesaria para transformar la materia prima o sea la semilla en productos de consumo. Esta limitante tiene como consecuencia que las semillas implicadas en la siembra se han de crecimiento limitado a la producción interna, no dando una oportunidad optima a que su proceso interno crezca. No está de más mencionar que el proyecto del Invernadero es el primero en su clase en la universidad; es decir, pertenece a carreras de ingeniería que brindan su aplicación tecnológica no sustentable. Lo que define al proyecto de invernadero familiar como en vías de desarrollo y no es sólo el retraso económico, sino una combinación de técnicas de producción en proceso.

La estructura organizacional es igualmente importante, debido a la diversidad social y técnica que existe en la Universidad, al igual que las diferentes ideologías y tendencias, que generan que el proyecto se debilite. Calvillo es un municipio que, peculiarmente, se mueve y cambia dependiendo de las circunstancias externas, lo que provoca que la población tenga que moverse y adaptarse de manera rápida. Existen sectores que difícilmente se mueven a la velocidad demandada y, por consecuencia, permanecen como comunidades poblacionales marginadas.

El sometimiento a las economías centrales provoca en Aguascalientes, Calvillo fenómenos económicos como el desempleo, la economía no formal, la pobreza, un desequilibrio entre bienes y servicios, entre otros fenómenos subsecuentes, que tienen efectos en su apartado comercial y alimenticio

### Hipótesis

El propósito del vivero es diseñar e implementar una cultura ambiental hacia la comunidad universitaria dándoles a enseñar la importancia de la naturaleza enfocándonos en el desarrollo y construcción que se encuentra localizado en la parte norte de la institución a un costado del Edificio de ingeniería logrando así que sea el primer proyecto sustentable y formal, favoreciendo gradualmente a todo el alumnado en sus diferentes Especialidades

El vivero tiene un propósito específico, obtener hortalizas libres de insectos y enfermedades, altamente captadoras de carbono y productoras de oxígeno, si logramos que la comunidad universitaria se integre a la problemática se tomara conciencia de un cambio ambiental en las zonas verdes del sector

### Marco Teórico

**VIVERO:** Instalaciones agronómicas que tienen como propósito fundamental la producción de plantas. y constituye el mejor medio para seleccionar, cultivar masivamente especies nutritivas para el hombre.

La propuesta ambiental del invernadero se convirtió en una propuesta comunitaria, tras el macro **proyecto** “invernadero familiar”, nació con el propósito de que el estudiante pueda ir a este sitio a aprender de educación ambiental y mejorar su cultura ambiental por medio de lo que es encontrar en qué puntos integra a la educación técnica oficial,

En la comunidad, universitaria la propuesta pedagógica permite el desarrollo de habilidades y destrezas potencializadas en “el saber” y “el hacer” establecidas en situaciones concretas y reales que pueden ser, estimulando la creatividad. mediante alternativas productivas aplicables a modelos de gestión ambiental.

Orientar los procesos de toma de decisiones de directivos, administrativos, docentes, estudiantes, padre de familia, frente a su medio natural y hacia una mejor comprensión y solución del cultivo desarrollándolo en viveros familiares

### Estructuras y tecnologías que desafían la geografía y el espacio

El objetivo principal del invernadero es ser una estructura que pueda instalarse en cualquier lugar determinado. Sin embargo, la arquitectura de éste está siendo desafiada cada vez más con implementaciones en espacios no convencionales, como lo son techos, paredes y edificios urbanos abandonados.

“La producción de alimentos va a ser el mayor incentivador del futuro de diseños de estructuras,” comenta Gene Giacomelli, Profesor-Investigador de la Universidad de Arizona (EUA). Destaca que en gran parte este deseo de ajustar las estructuras a espacios no convencionales está siendo avivado por talento de empresarios jóvenes que se están transfiriendo a la agricultura de otras industrias

Hay muchos jóvenes comprometidos que han adoptado la actitud de ‘veamos qué podemos hacer para ayudar a la sociedad, sin que el dinero sea lo único que cuente. Escucho hablar sobre la viabilidad económica, la viabilidad ambiental/ecológica y la viabilidad social. Estos jóvenes utilizarán la informática para volverse más eficientes.”

Entre los proyectos de construcción de invernaderos en espacios no tradicionales resalta la estructura de 20,000 pies cuadrados construida por la empresa productora Gotham Green en el techo del supermercado Whole Foods en la ciudad de Nueva York.

Avances tecnológicos en el área de producción de luces e iluminación de invernaderos hará posible la producción de frutas y hortalizas en edificios abandonados o cuya estructura no se preste a la ventilación o iluminación natural. “La tendencia comenzará con la producción de cultivos sencillos como la lechuga y micro verdes, los cuales son cultivos vegetativos que solamente requieren un espectro sencillo de fotosíntesis.

Va a requerir investigaciones sistemáticas para poder comenzar a producir cultivos que producen flores o cuajan,” explica Giacomelli.

“En diez años se espera que haya una integración significativa de luces LED en un sinnúmero de ambientes hidropónicos. Al costo de luces LED continuar bajando y su eficiencia aumentando, la industria se transformará. En gran parte la producción de alimentos en espacios pequeños se debe a la urbanización mundial y el deterioro del suelo agrícola. Se espera que la población incremente a 9 mil millones de personas en los próximos 15 años, lo que propone que tal vez la respuesta caiga en la producción vertical de alimentos.

### **Inversión en eficiencia tecnológica y educación**

La eficiencia puede ser sinónimo de utilidades. Giacomelli dice que hay una mayor tendencia a controlar el ambiente en los centros de producción agrícola para mejorar la eficiencia de las operaciones. Predice que en los próximos 10 a 15 años, habrá mayor tecnificación de la industria, lo cual irá a la par con un cuerpo laboral mucho más educado.

“Aumentará la demanda de investigadores que puedan educar a los jóvenes y que además ayuden a diseminar el conocimiento sobre producción agrícola bajo ambientes controlados, no sólo entre los productores, sino también entre la gente de la industria que pueda coadyuvar a fomentar el crecimiento de ese sistema de producción,” añade. “Ese conocimiento abarca diseño de invernaderos, sistemas de calefacción, sistemas de enfriamiento, nutrición vegetal, fertirriego, producción orgánica y también incluye comercialización, embalaje y posicionamiento de marca.”

Según una nota de prensa publicada por la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC), los centros financiero de México se están dando cuenta del positivo retorno de inversiones que representa la agricultura protegida para el país, lo que a su vez permitirá mayor y mejores planes de financiamiento para el productor mexicano:

“Los bancos mexicanos ya se han dado cuenta del potencial de negocio que representa la actividad hortícola y hemos estado viendo con ellos cómo podemos acercarlos más y que financien nuestra actividad. Hay otros factores que nos hacen prever que esta tendencia de crecimiento seguirá en los próximos años,” explica Alfredo Díaz Belmontes, director general de AMHPAC.

Se espera que mayor inversión en la industria se traduzca en la obtención de tecnología que le permita al campo mexicano “optimizar procesos y reducir costos.

### **Invernadero Automático Digital (IAD)**

Es un entorno de cultivo controlado por Arduino.

En este proyecto llevamos a cabo la realización a escala del concepto de un entorno de cultivo automatizado mediante múltiples sistemas de monitorización y ejecución que aseguran un entorno ideal y controlado para permitir el desarrollo óptimo de las plantas, pudiendo simular su hábitat natural estableciendo las condiciones de humedad, riego y temperatura ideales para la especie. Esto lo convierte en una potente herramienta para el cultivo de plantas con necesidades especiales de algunos de estos factores.

Con este sistema, al poder controlar las variables de temperatura, humedad y riego podemos cultivar en cualquier lugar del mundo, amoldando las condiciones del interior del invernadero a las necesidades del cultivo.

Todo el sistema está controlado y monitorizado por un Arduino mega. El Arduino recibe la información de los dos sensores DHT11 de temperatura y humedad, así como de la LDR y un sensor de humedad del suelo. Con estos datos, la placa programable controla mediante relays los diferentes sistemas. Cuando la LDR detecta oscuridad, la placa enciende la luz de espectro completo, si los DHT 11 detectan un valor de temperatura o humedad diferente al deseado, se activa el sistema de humidificación, refrigeración o calefacción.



## Metodología de Investigación

Existen numerosos sistemas de producción que actualmente se utilizan en todo el mundo por los productores comerciales de hortalizas de invernadero. Entre los más importantes están: la siembra en bolsa, en lana de roca, la técnica de película nutriente (TPN), y en el suelo. Existen en uso muchas variantes de estos sistemas de producción básicos y la mayoría son adecuados para casi todas las zonas, con excepción de la siembra en el suelo en aquellas zonas donde las enfermedades por el suelo son una amenaza seria. Por ejemplo, los nemátodos.

Hay también otros varios sistemas para producciones menores, incluidas la siembra en macetas, la siembra en anillo, las balas de paja y la aeroponía. La aeroponía es un sistema de producción relativamente nuevo que consiste en que las plantas crecen en una cubeta o recipiente desde el cual las raíces se suspenden y se rocían con una niebla de nutrientes.

Todos los sistemas de producción en invernaderos requieren de controles ambientales similares, estructuras de sombra, entramados de soporte de las plantas y prácticas generales de producción muy parecidas. Las principales diferencias radican en el riego y los métodos de entrega de nutrientes, así como de los sistemas de control.

Los sistemas individuales de producción no son necesariamente específicos de un cultivo. Todo el principal cultivo hortícola de invernadero se puede cultivar con éxito en la mayoría de los sistemas. Ningún sistema es superior a los demás. El costo de cada sistema es comparable y la producción de todos los sistemas es alta cuando el sistema se gestiona adecuadamente. Los estudios de investigación han demostrado que no hubo diferencias significativas en el rendimiento de tomate entre lana de roca, bolsas, los sistemas de hidroponía y TPN (Sin embargo, el estudio encontró que todos estos sistemas producen rendimientos más altos que el cultivo en el suelo.

Los métodos utilizados en este proyecto fueron el deductivo y el analítico, ya que consistió en obtener conclusiones particulares a partir de una ley universal. En el método analítico, se distinguieron los elementos de dicho fenómeno, procediendo a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado.

## Tipo de Investigación

La investigación es de tipo documental práctica aplicada, ya que se realizó apoyándose de fuentes de carácter documental, como son las obtenidas a través de las fuentes bibliográficas; de aplicación práctica porque se aplicaron y utilizaron los conocimientos que se adquirieron durante la investigación, analizando primordialmente las consecuencias prácticas.

## Resultados

La construcción de invernadero familiar en la universidad persigue 3 objetivos principales: Arrancar el período de cosecha de hortalizas, incorporar a la dieta familiar especies sensibles a las bajas temperaturas y disminuir el costo de construcción de los invernaderos. El modelo que aquí se propone es de fácil construcción por cualquier poblador rural, utiliza materiales disponibles por toda la población y su diseño está calculado para un mejor aprovechamiento del espacio interno y para la mejor conservación y ventilación con el mínimo costo posible

## Conclusiones

El diseño de los invernaderos es suficientemente flexible como para adecuarse a distintas realidades. La dificultad más importante para la incorporación de esta tecnología se relaciona con el elevado costo de los materiales necesarios para su construcción y la escasa disponibilidad de mano de obra familiar. Este último aspecto es especialmente importante en aquellas explotaciones en las que viven mujeres solas, ancianos o discapacitados

Su manejo requiere capacitaciones específicas en diferentes áreas técnicas tales como calendario de siembra, tutorado, riego, ventilación, etc. Se estima que sería necesario realizar un mínimo de 4 ó 5 capacitaciones de 1 jornada cada una

El uso de la tecnología permite: I) un incremento en los volúmenes productivos (5 kg/m<sup>2</sup> de producción promedio en invernaderos vs 2 kg/m<sup>2</sup> al aire libre); II) un mayor período de cosecha (8 meses/año vs 4 meses/año), III) un mejor aprovechamiento de la superficie disponible; IV) una mejor utilización de la mano de obra familiar en relación al producto obtenido; y V) trabajar bajo condiciones climáticas mucho más favorables.

**Referencias**

Construcción de invernaderos. Serrano Cermeño Zoilo. Ediciones Mundi-Prensa. España, 2002

Cultivo en invernadero. A. Alpi; F. Tognoni. Ediciones Mundi-Prensa. España, 1999

Escalante E., L. E. y Linzaga E., C. 2005. Introducción a la Fitotecnia Técnicas de climatización. Ángel Luis Miranda. Editorial Marcombo. España, 2008.

HERRERA, M. 2006. Apuntes del curso de semillas y viveros. Centro Universitario de Noroccidente. Facultad de Ciencias Forestales. Huehuetenango. s/p

Manejo de invernaderos. Bastida Tapia Aurelio. Universidad Autónoma Chapingo. México, 2005.

Worthen, E. L. y Aldrich, S. R. 1967. Suelos agrícolas su conservación y fertilización. Editorial UTEHA. Traducción al español de la 5ª edición realizada por José Luis de la Loma, 2ª edición en español.

**Agradecimiento**

Agradecemos a la Universidad Tecnológica de Calvillo por el apoyo brindado para el desarrollo de este proyecto.

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

### International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### **Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

#### **Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Invención Técnica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

**Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente**

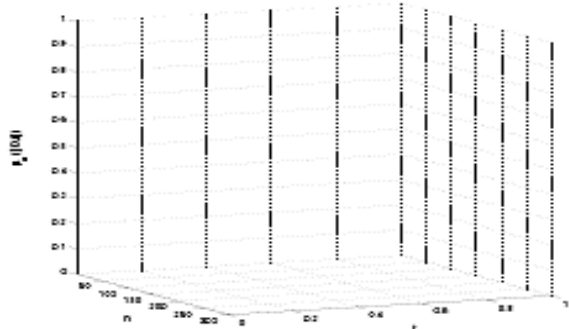
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

**Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables**

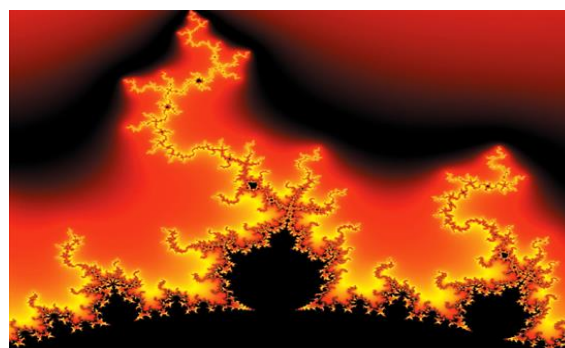
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

**Metodología a desarrollar**

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

**Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

**Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

## **Conclusiones**

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## **Referencias**

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## **Ficha Técnica**

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## **Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:**

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Invención Técnica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Invención Técnica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

## **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

## **Servicios de Información**

### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

### **Servicios Editoriales:**

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

### **Política Editorial y Administración**

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org)  
[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)



## **ECORFAN®**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

### **Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

### **Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

### **Editores Asociados**

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ARCILA-ARANGO, Mauricio. MsC

VALLE-CORNAVACA, Ana Lorena. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

### **Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan ),sponsorships@ecorfan.org

### **Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

**Oficinas de Gestión**

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas 1 - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

# Revista de la Invención Técnica

“Mantenimiento mejorativo en confección”

**TENORIO-LARA, Raúl, VÁZQUEZ-JUÁREZ, Yolanda y RODRÍGUEZ-MONDRAGÓN, Xochitl**

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato*

“Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo”

**RAMÍREZ-GRANADOS, Juan Carlos, GÓMEZ-LUNA, Blanca E., LÓPEZ-LÓPEZ, Milagros y MAGDALENO-MEDRANO, Paola Fernanda**

*Universidad de Guanajuato*

“Reducción del tiempo de horneado en la fabricación de aisladores: estudio de caso Six Sigma”

**CANO-CARRASCO, Adolfo, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, VÁSQUEZ-TORRES, María Del Carmen y PEÑÚÑURI-GONZÁLEZ, Sandra Armida**

“Proyecto familiar invernadero de hortalizas”

**AVIÑA-BERUMEN, Cesar Eduardo y BECERRA-REYES, Hugo de Jesús**

*Universidad Tecnológica de Calvillo*

