

# RevisTEC

Mi campo de estudio



ISSN:2448-9069

Aplicación del Control Estadístico de Procesos (CEP) en el desarrollo de proveedores de hilo PES TXT DTX 440/96/0

Desarrollo de películas a partir de cascara de huevo y ácido láctico, extraído del lactosuero de queserías artesanales

Recuperación de energía mediante un generador de imanes permanentes ,a partir de los movimientos que realizan las personas

AÑO 6

NÚMERO 11

JUL-DIC 2021

PUBLICACIÓN SEMESTRAL

## DIRECTORIO

### Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco

Lic. Blas Marvin Mora Olvera  
Director General y Director de la Revista

Lic. Ana Laura Hernández Márquez  
Secretaria del Comité Editorial

Comisión de Arbitraje:  
Arturo Zacapantzi Cordero  
Maestro en Ingeniería Administrativa

Vocales del Comité Editorial:  
Mtro. Rubén Trejo Lozano  
Lic. Jesús Alberto Cuatepotzo Sánchez  
Ing. Norma Belém Reyes Díaz

Comisión Editorial de la Revista RevisTEC  
Coordinador Editorial:  
Lic. Andrea Vega Hernández

Diseñador Editorial:  
Silvestre de Jesús Pérez Canales

RevisTEC Año 6. Número 11. Julio – Diciembre 2021, es una publicación semestral, editada por el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, a través de la Dirección General, Predio Cristo Rey, Ex Hacienda de Xalostoc Núm. Ext S/N, Localidad: Colonia Máximo Rojas Xalostoc, Tlaxco, Tlaxcala. C.P. 90271.  
Tel. (241) 41 2 31 15, <http://tlaxco.tecnm.edu.mx>, Editor Responsable: Lic. Andrea Vega Hernández. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2017-072615020300-203, ISSN2448-9069, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, a través de la Dirección General, Predio Cristo Rey, Ex Hacienda de Xalostoc Núm. Ext. S/N, Localidad: Colonia Máximo Rojas Xalostoc, Tlaxco, Tlaxcala. C.P. 90271, fecha de la última modificación 30 de noviembre del 2021.  
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor en la publicación. Los artículos firmados son responsabilidad del autor por lo que el contenido de los mismo no refleja necesariamente el punto de vista del ITSTlaxco.

# Contenido

## Directorio

-Mensaje del director 4

## Enseñanza

-IV Coloquio de logística 6

## Investigación y desarrollo

-Artículo: Aplicación del Control Estadístico de Procesos (CEP) en el desarrollo de proveedores de hilo PES TXT DTX 440/96/0 13

-Artículo: Propuesta de mejora en la digitalización de documentos de un ayuntamiento, aplicando el círculo de Deming 20

-Artículo: Desarrollo de películas a partir de cascara de huevo y ácido láctico, extraído del lactosuero de queserías artesanales. 31

-Artículo: Destino final de los residuos de frutas y verduras en la comunidad de la 4ta. sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala. 39

-Artículo: Degradación química de polietilen tereftalato (PET) 49

## Entretenimiento

-Ofrendas tradicionales de día de muertos 58

-XVII aniversario del ITST 59

## Difusión

-Laboratorio Industria 4.0 61

# MENSAJE DEL DIRECTOR

Orgullosamente presento el trabajo del personal docente investigador de esta casa de estudios, con el propósito de impulsar y divulgar la investigación aplicada, científica y tecnológica que se desarrolla en el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco. Esta actividad se traduce en aportaciones concretas que ayudarán a mejorar la competitividad y la innovación de los sectores productivos y de servicios que ayuden a elevar la calidad de vida de la sociedad del Estado de Tlaxcala. En esta edición contamos con cuatro artículos; el primero, apoyara la industria de producción de telas de terciopelo para vestiduras de tipo automotriz. Artículo que denominado “Aplicación del Control Estadístico de Procesos (CEP) en el desarrollo de proveedores de hilo PES TXT DTX 440/96/0” que tiene por objetivo presentar como se utiliza el CEP para evaluar y realizar tanto mejoras como acciones correctivas en conjunto con el desarrollo de un proveedor de hilo.

El segundo artículo, “Propuesta de mejora en la digitalización de documentos de un ayuntamiento, aplicando el círculo de Deming”, tiene como objetivo principal contribuir a un mejor manejo de la información documental en el ayuntamiento apoyada en el círculo de Deming. Esto con la finalidad de ayudar a disminuir el tiempo de búsqueda de los expedientes del ayuntamiento, de igual manera se tendrá el ahorro de espacio en los archivos, la conservación de los documentos originales para su próxima digitalización, además de poder compartir información con las dependencias, mantener un control para la captación de datos y una actualización para mantener una mejora.

El tercer artículo, “Desarrollo de películas a partir de cascara de huevo y ácido láctico, extraído del lactosuero de queserías artesanales”, Está investigación plantea realizar el desarrollo de una formulación integrada por ácido poliláctico obtenido por reflujo a partir de un lactosuero adquirido con dos empresas queseras del municipio de Tlaxco, adicionando cascara de huevo la cual es rica en calcio para proporcionar estabilidad a la película. Tras obtener resultados, se destacó la importancia que tiene el pH del lactosuero al inicio del proceso; ya que con ello se logró una película a base de agua, etanol, alcohol polivinílico (AP), ácido poliláctico (AL) y cascara de huevo con proporciones de 0.5%, 0.4%, 0.0015%, 0.012 y 0.015% respectivamente para un total de 20 ml de formulación.



Lic. Blas Marvín Mora Olvera  
Director general

Contacto  
dir\_dtlaxco@tecnm.mx

El cuarto artículo, “Destino final de los residuos de frutas y verduras en la comunidad de la 4ta. sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala”, se explica la problemática que existe en la comunidad de la 4ta. Sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala, la cual se refiere al mal uso que se le da al desperdicio de frutas y verduras el cual termina en los contenedores de basura generando mayores complicaciones, esto se origina derivado a la falta de cultura que existen en la comunidad, de igual manera se diseña y aplica un cuestionario a una muestra representativa de la comunidad para tener conocimiento del destino final que le dan a sus residuos, lo anterior se presenta en gráficas para su mejor interpretación, servirá para investigaciones y propuestas futuras sobre el cuidado del medio ambiente realizando una composta con estos residuos desechos para su aprovechamiento.

El último artículo, “Degradación química de polietileno tereftalato (PET)”, en éste se presenta un método atractivo para degradar PET a nivel laboratorio, mediante el uso de etilenglicol (EG) y acetato de zinc, la despolimerización tarda entre 2 a 3 horas dependiendo de las condiciones y cantidades utilizadas, la mejor degradación se logró con 5gr de PET, 15 ml de EG y 0.005 gr de  $ZnC_4H_6O_4$  a una temperatura de  $192^{\circ}C$ , en un tiempo de 2 horas. El producto obtenido son cristales de Bis-Hidroxi Etilen Tereftalato, estos se sometieron a análisis termogravimétricos. En este último el Instituto propone un método de degradación de PET que puede ser utilizado en todos los Campus del Tecnológico Nacional de México, como una parte de la política 100% libre de plástico de un solo uso.

Quiero agradecer a los autores de cada uno de los artículos por su colaboración y hago extensiva la invitación a todos los lectores esperar las siguientes ediciones de esta revista REVISTEC así mismo a colaborar como autores de sus proyectos de investigación, con la finalidad de continuar con la divulgación de la ciencia, muchas gracias.

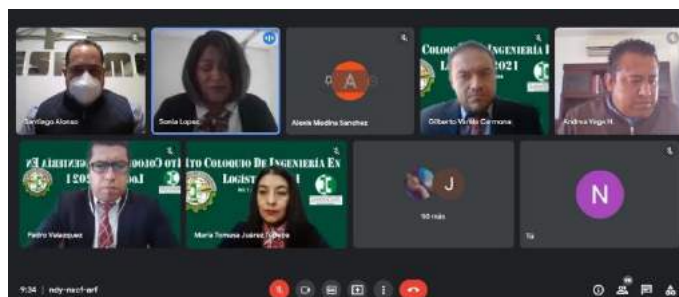


## APERTURA DE MANERA VIRTUAL EL IV- COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA.

EL jueves 7 de octubre del año en curso el Lic. Blas Marvín Mora Olvera, director general del ITST apertura de manera virtual el **IV-COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA:** “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”; con la invaluable participación de:

Lic. José Manuel Torres Pombo. Director General de empresa Antextextil S.A de C.V.

Ing. Iván Gilberto Guarneros Gómez. Gerente General de

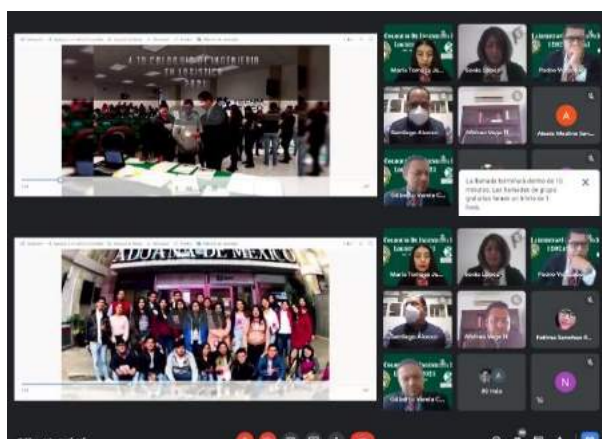


Asociación de Empresas de Empresarios de Tlaxcala.

Lic. Santiago Manuel Alonso Vazquez Director de Relaciones industriales Espamex SA de CV

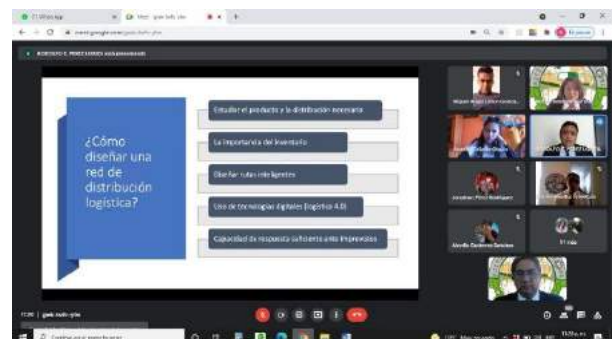
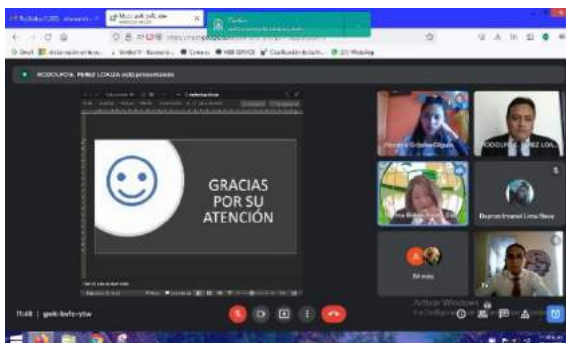
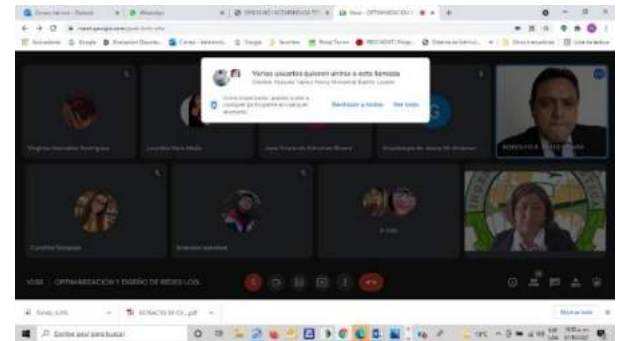
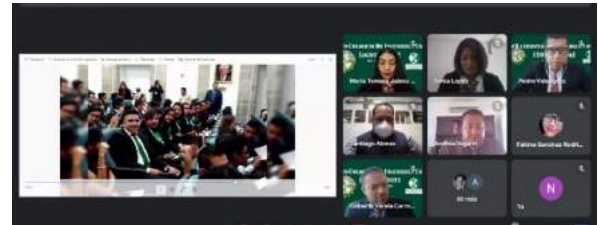
Maestro José Luis Fomperosa Sosa. Sub-director del ITST.

En donde se resalta la importancia de la Logística en el ámbito laboral y sobre todo en la actualidad con la nueva normalidad. Por lo que nuestro director resalta de manera clave la participación de nuestros estudiantes en el ámbito laboral.



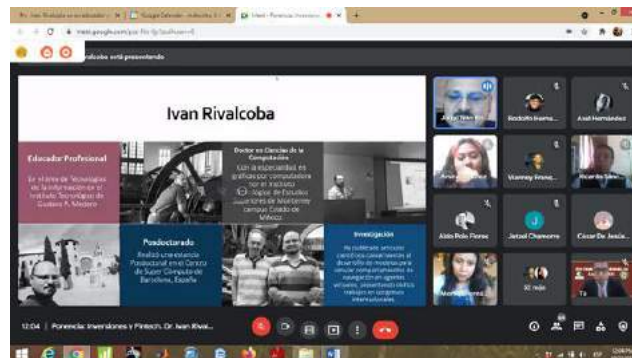
## OPTIMIZACIÓN Y DISEÑO DE REDES LOGÍSTICAS

EL jueves 7 de octubre del año en curso el Dr. Rodolfo Eleazar Pérez Loaiza presenta la ponencia **“OPTIMIZACIÓN Y DISEÑO DE REDES LOGÍSTICAS”** de manera virtual en el marco el **IV- COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA**: “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”. Con la importancia de las redes logísticas para el desarrollo profesional en el ámbito laboral con el fin de dar eficiencia y eficacia.



## INVERSIONES Y FINTECH

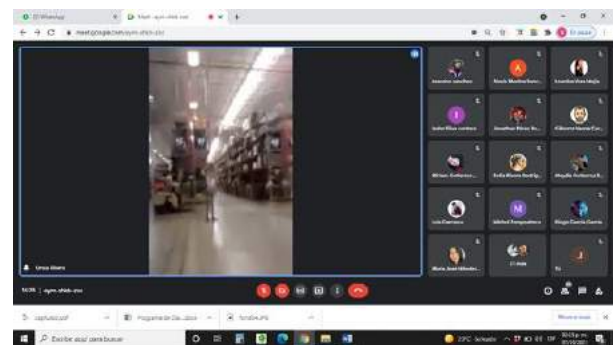
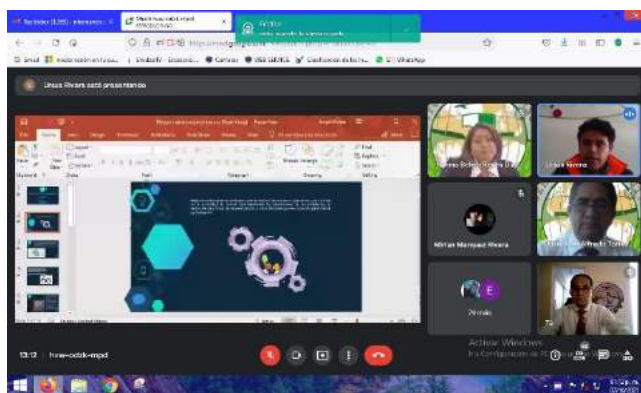
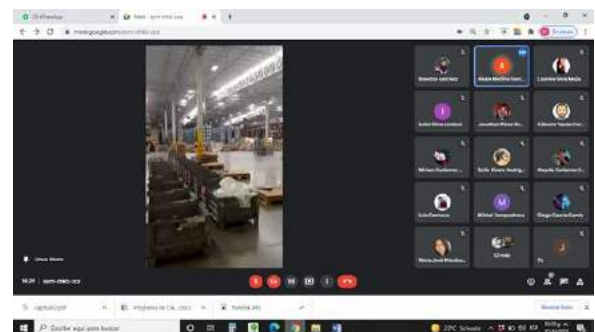
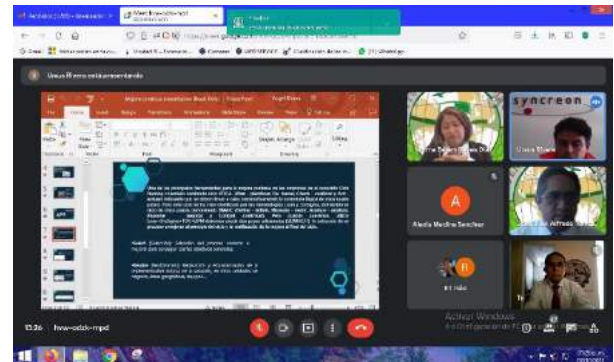
EL jueves 7 de octubre del año en curso el Dr. Jorge Iván Ribalcoba Rivas presenta la ponencia **“INVERSIONES Y FINTECH”** de manera virtual en el marco el **IV- COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA**: “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”. Con la importancia de crear entre nuestros estudiantes el hábito de desarrollar nuestra propia inversión, con el objetivo de ganar de una forma segura y real. Para lo cual el conocimiento del sistema financiero es vital.





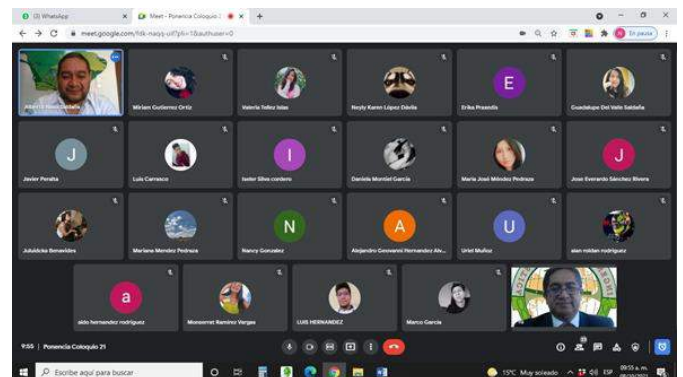
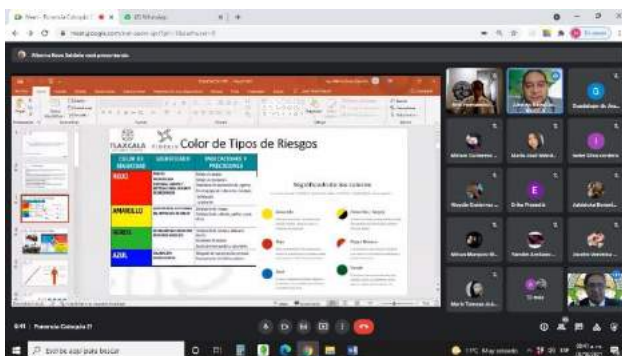
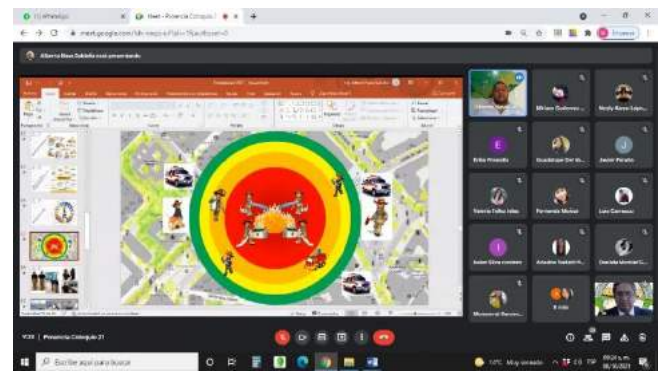
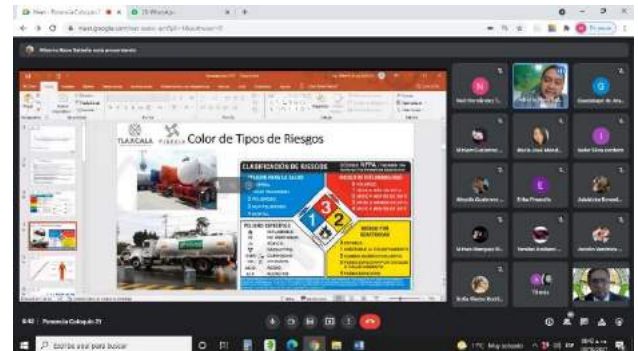
## PONENCIA “MEJORA CONTINUA Y NUEVOS PROYECTOS”

EL jueves 7 de octubre del año en curso el Ing. Ángel Ursus Rivera Macías presenta la ponencia **“MEJORA CONTINUA Y NUEVOS PROYECTOS”** de manera virtual en el marco el **IV-COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA:** “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”.



# PROTOCOLO DE MONITOREO Y LOGÍSTICA EN SEGURIDAD DE LAS ZONAS INDUSTRIALES Y DE LA REGIÓN

EL viernes 8 de octubre del año en curso el Maestro Alberto Nava Saldaña presenta la ponencia **“PROTOCOLO DE MONITOREO Y LOGÍSTICA EN SEGURIDAD DE LAS ZONAS INDUSTRIALES Y DE LA REGIÓN”** de manera virtual en el marco el **IV- COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA:** “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”.



## FORO DE EGRESADOS

EL viernes 8 de octubre del año en el marco el **IV- COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA:** “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”. Se presentan para compartir sus experiencias en el campo laboral los egresados.

JESUS ALBERTO RAMOS ORTIZ

LINDA HERNÁNDEZ PIEDRAS

ANTONIO BARRANCO TAPIA

JESSICA LÓPEZ ROMANO

ANTONIO DE JESÚS GARCÍA DE LA CRUZ

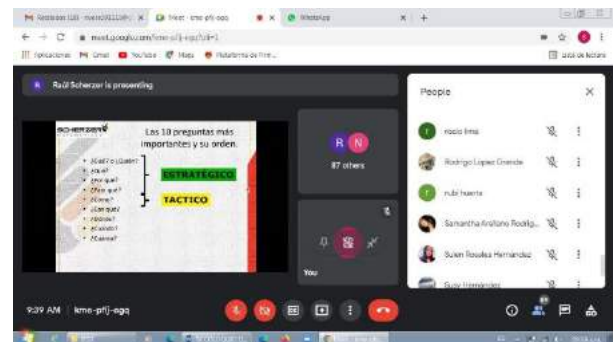
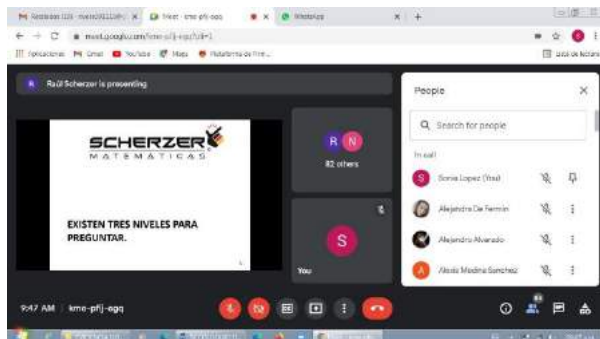
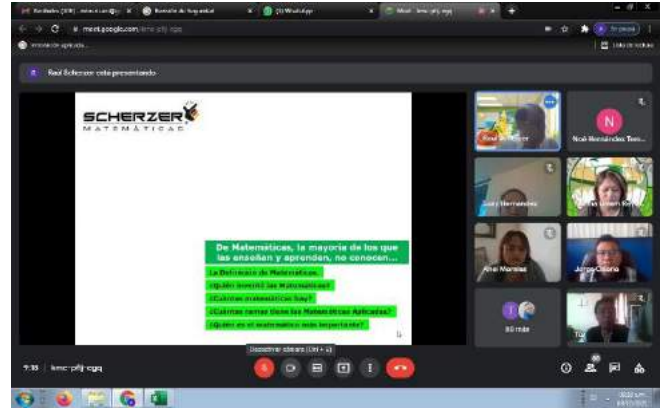
IVAN OSORIO CORTES





## TALLER “RAZONAMIENTO USANDO LAS 14 ESTRATEGIAS”

El sábado 9 de octubre del año en curso Ing. Raúl Alberto Scherzer Garza presenta la ponencia **“TALLER DENOMINADO RAZONAMIENTO USANDO LAS 14 ESTRATEGIAS”** de manera virtual en el marco el **IV-COLOQUIO VIRTUAL DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA:** “Retos de la logística como vía de desarrollo de la región ante los diferentes escenarios de la nueva normalidad”.





# Aplicación del Control Estadístico de Procesos (CEP) en el desarrollo de proveedores de hilo PES TXT DTX 440/96/0

Nancy Rodríguez Netzahual\*1, José Luis Cabrera Pérez \*\*1, Verónica Romero Montiel\*\*\*1

## Resumen.

El objetivo primordial del presente trabajo es utilizar el CEP para evaluar y realizar mejoras y acciones correctivas en conjunto con el desarrollo de un proveedor de hilo PES TXT DTEX 440 /96/0 para la producción de telas de terciopelo para vestiduras de tipo automotriz. Como objetivos específicos se analiza e identifica la variabilidad de la densidad lineal del hilo (Denier); una propiedad muy particular de las fibras textiles y difíciles controlar durante su producción. Además de analizar y evaluar el producto del proveedor en desarrollo (Proveedor Español) se realizará una comparación con el proveedor actual (Proveedor Italiano) en línea de producción para determinar la calidad del producto, posteriormente se aplicará métodos estadísticos para destacar la contribución proveniente de su aplicación para monitorear procesos y apoyar en acciones correctivas en la producción y durante el desarrollo de proveedores. Posteriormente se contrasta el cumplimiento con la especificación establecida internamente de ambos proveedores mediante gráficos de control ya que se ha presentado un aumento de la producción de segunda calidad (mala calidad) y reprocesos por hilos plastificado, lo que demostró que el proveedor Español se encuentra fuera de control al estar operando lejos de las condiciones óptimas del proceso ya que la distribución sobrepasa los límites creando que bajo determinadas condiciones el proceso este fuera de control, por otro lado el hilo del proveedor Italiano demostró que el procesos se encontraba bajo control ya que los resultados arrojados demuestran estar bajo los límites de control establecidos. Finalmente se realizan recomendaciones y se restablecen los valores para una nueva especificación para controlar el denier del nuevo proveedor Español.

**Palabras clave:** control de procesos, control estadístico, proveedor, denier, especificación.

1. **Introducción.** Actualmente el Control Estadístico de Procesos, no solo es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio; si no que a través de sus resultados se realizan mejoras obteniendo todo un sistema de herramientas estadísticas conjuntas para tornar la fabricación óptimas de productos competitivos (Lee J. Krajewski, 2000).

Según (Montgomery, 2004), la aplicación del control estadístico del proceso en una empresa trae consigo la estabilidad del proceso por lo tanto concluye que la calidad es inversamente proporcional a la variabilidad de un proceso lo que nos lleva, a que el control de la calidad consiste esencialmente en medir la características de la calidad de un producto, compararlas contra especificaciones de fabricación o cliente y cuando existen disconformidades, realizar las acciones correctivas necesarias para que estas no se vuelvan a repetir (Fischer, 1985) de tal manera que se garantice un producto competitivo.

Por lo anterior, el presente trabajo consistió en analizar la densidad lineal del hilo PES DTEX 440/96/0 del color Blue Navy de dos proveedores para encontrar las posibles anomalías y elaborar plan de acción o mejora para abatir la segunda calidad que se detectó iba en aumento.

Dicho esto el objetivo principal es aplicar el Control Estadístico de Procesos para identificar la posible materia prima que se encuentra fuera de control y así poder analizar y mejorar en conjunto con el proveedor las posibles fallas y variaciones obtenidas por los gráficos de control así como los índices de capacidad del proceso.

---

\* 1 Autor corresponsal e-mail: [nancyrodnet@hotmail.com](mailto:nancyrodnet@hotmail.com), Teléfono: +01 241 412 31 25, Fax: +241 412 31 25.

\*\*1 e-mail : [jcabreraitst@gmail.com](mailto:jcabreraitst@gmail.com), Teléfono: +01 241 412 31 25, Fax: +241 412 31 25.

\*\*\*1 e-mail : [verorom25@gmail.com](mailto:verorom25@gmail.com), Teléfono: +01 241 412 31 25, Fax: +241 412 31 25.

## 2. Métodos

**2.1 Control estadístico del proceso (CEP).** En la actualidad existen una gran variedad de metodologías, filosofías y herramientas que pueden ser utilizadas para el mejoramiento de la calidad de los productos, sin embargo, una de las principales es el uso de técnicas estadísticas dentro de las cuales se encuentra el Control Estadístico de Procesos, el cual tuvo sus inicios en la década de los años veinte del siglo pasado, siendo el Dr. Walter Shewhart quien encabezó estos estudios y el desarrollo de métodos estadísticos (Cantú, 2011)

El implantar el CEP nos permite diagnosticar y dar seguimiento al desempeño de un proceso el cual es analizado a través de su capacidad y estabilidad o variabilidad, lo que permite prever el comportamiento del proceso en ejecuciones futuras y también ayuda a las organizaciones en la toma de decisiones para el sistema de medición de los procesos de producción de una forma integral y eficaz para lograr la calidad de la producción deseada.

**2.2 Variación y Distribución de un Proceso.** Todos los procesos de producción están sometidos a cierta variabilidad ya que dependen de una serie de factores (hombre, máquina, materia prima, método, etcétera) que no son constantes lo que imposibilita producir dos productos exactamente iguales. Dicho de otra manera, las características del producto fabricado no son uniformes y presentan una variabilidad. Esta variabilidad es claramente indeseable y el objetivo ha de ser reducirla lo más posible o al menos mantenerla dentro de unos límites. El Control Estadístico de Procesos es una herramienta útil para alcanzar este segundo objetivo. Dado que su aplicación es en el momento de la fabricación, puede decirse que esta herramienta contribuye a la mejora de la calidad de la producción (Arboleda, 2015)

Para reducir la variabilidad y tener un proceso controlado es importante indagar las causas que originan que se encuentre fuera de control, para ello es necesario identificar y diferenciar las causas comunes y causas especiales. (Rbero. & Caten, 2012) explican que la confusión entre causas comunes y especiales lleva a la mayor variabilidad y a costos más elevados. La actuación en causas comunes cual si fuesen causas especiales puede llevar a un aumento indeseado de la variación, además representaría un costo innecesario.

**2.3 Capacidad del Proceso.** Toda vez que un proceso se encuentre bajo control estadístico es importante evaluar su habilidad para producir elementos que se apeguen a las especificaciones requeridas, tomando en cuenta los datos de variables suponiendo que la característica relevante de calidad sigue una distribución normal. Por lo tanto, el primer paso es evaluar la capacidad del proceso y estimar la media y su desviación estándar. Estas estimaciones se denotan mediante  $\mu$  y  $\sigma$ , respectivamente. Por otro lado, para que pueda utilizarse, una característica de calidad debe encontrarse entre un límite de especificación menor (LSL, por sus siglas en inglés) y un límite de especificación superior (USL, por sus siglas en inglés). En algunas ocasiones sólo hay un límite; esta situación se analizará al final de esta sección. Los límites de especificación los determinan los requerimientos del proceso. En los diagramas de control no hay límites de control. Se supondrá que la media del proceso está entre LSL y USL.

Además, se analizará dos índices de la capacidad de proceso  $C_{pk}$  y  $C_p$ . El índice  $C_{pk}$  describe la capacidad del proceso tal como es, en tanto que  $C_p$  describe el índice de capacidad de proceso y para que pueda alcanzarse potencialmente la capacidad de proceso debe la media del proceso encontrarse al punto medio entre los límites de especificación superior e inferior y viene dado por:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2.3.1)$$

El índice de capacidad del proceso  $C_p$  mide la capacidad potencial del proceso; es decir, la capacidad máxima que puede alcanzar el proceso sin reducir la desviación estándar de éste.

Continuando con estos índices Cpk viene definido como la distancia desde  $\mu$  hasta el límite de especificación más cercano, dividida entre  $3\sigma$ . Por tanto, el índice Cpk es igual a:

$$C_{pk} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad \text{o} \quad C_{pk} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (2.3.2)$$

Cualquiera que sea menor.

Convencionalmente, el valor mínimo aceptable para Cpk es 1. Es decir, se considera que un proceso es mínimamente capaz si la media del proceso se encuentra a tres desviaciones estándar del límite de especificación más cercano. En general, se considera que un valor Cpk de 1.33, el cual indica que la media del proceso está a cuatro desviaciones estándar del límite de especificación más cercano, es bueno. (Navidi, 2006)

**2.4 Gráficos de control.** Un gráfico de control es una representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de muestras del producto, en función del número de las muestras o el tiempo. La grafica tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de calidad correspondiente al estado bajo control (causas no asignables). En el grafico también se muestran otras dos líneas horizontales, llamadas límite superior de control (USL) y límite inferior de control (LSL). Mientras los puntos se encuentren entre los límites de control, se considera que el proceso está bajo control y no es necesario tomar ninguna acción. Sin embargo, un punto que se encuentre fuera de los límites de control se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control, y son necesarias acciones correctivas para encontrar y eliminar la o las causas asignables a este comportamiento. Se acostumbra a unir los diferentes puntos muestrales en el diagrama de control mediante segmentos rectilíneos con objeto de visualizar mejor la evolución de la secuencia de los puntos a través del tiempo (Vazquez, 2018).

### 3 Resultados y Discusión

**3.1 Registro de información con mediciones confiables.** Al realizar el muestreo y recolección de datos, es importante tomarlos de forma clara y de fácil entendimiento en primer lugar, su origen necesita ser claramente registrado. En el presente trabajo se registró el denier de 25 muestras de cada lote de acuerdo al método analítico establecido en la empresa. Se tomó un lote de cada proveedor en proporciones iguales el cual se realizó muestreo de 25 bobinas y se definió analizar el denier ya que el tono, metamerismo, y tacto no se pueden medir pues este depende de la percepción del analista y al ser más objetivo el valor del denier se puede mejorar otras propiedades del mismo.

DENIER HILO PES TEX DTEX 440/96/0 BLUE NAVY 2 PROVEEDOR ESPAÑOL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
540.0	556.5	543.0	546.5	549.1	552.0	547.5	541.0	545.8	547.7
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
536.8	550.4	539.0	531.2	534.0	532.9	541.2	537.3	546.6	533.0
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
530.5	543.5	544.0	543.6	539.5					
DENIER HILO PES TEX DTEX 440/96/0 BLUE NAVY 2 PROVEEDOR ITALIANO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
510.5	510.3	509.8	513.8	507.0	517.5	504.6	525.2	512.5	514.5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
517.9	510.5	528.5	516.4	517.5	518.0	518.1	527.5	517.0	519.5
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
515.5	518.5	514.3	524.9	516.0					

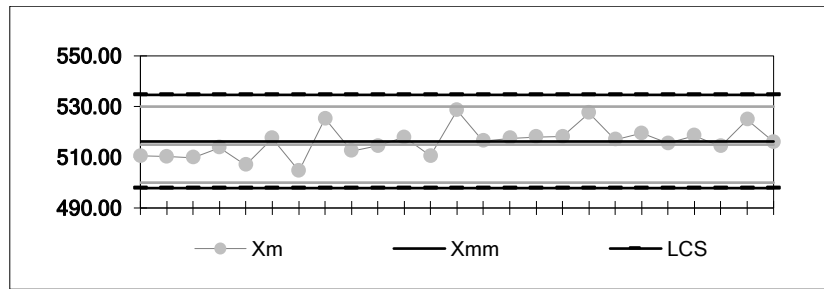
Tabla 1 Datos objeto de estudio Denier PES TEX DTEX 440/96/0

#### 3.2 Resultados: Proveedor Italiano

Con base en los valores mostrados en la tabla anterior se realizó el estudio del CEP de un lote de hilo Blue Navy con especificación PES TEX DTEX 440/96/0. Obteniendo como resultado lo siguiente:

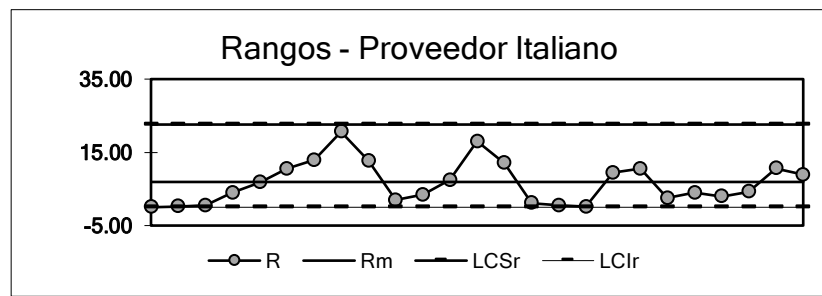
**3.2.1 Límites de Control para  $\mu$  y rangos:** En la carta de control se observa que todos los resultados de Denier se encuentran dentro de lo especificado por lo cual cabe mencionar que es debido a la experiencia y a la supervisión ya que el rango de la especificación puede aún ser más estrecho.

LCS= 534.62  
 Xmm= 516.23  
 LCI= 497.84



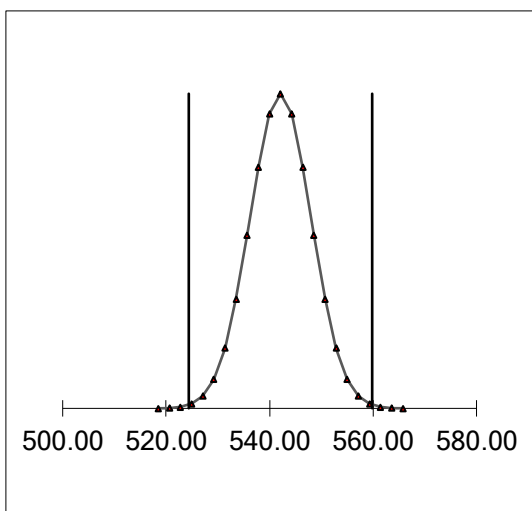
**Grafico 1:** Carta de Control – Medias - Proveedor Italiano

LCSr = 22.59  
 Rmm = 6.91  
 LCIr = 0.00



**Grafico 2:** Carta de Control - Rangos - Proveedor Italiano

**3.2.2 Estudio de Habilidad:** Posteriormente se obtuvo el histograma con una curva de distribución normal. La curva es generada basándose en la media del proceso correspondiente a los límites de especificación inferior y superior, respectivamente, también se realizan los cálculos de Cp y Cpk correspondientes, los cuales muestran que el proceso está bajo control y no fue detectada ninguna muestra fuera de especificación.



**Grafico 3:** Histograma - Proveedor Italiano

$s' =$	6.13	$Z_{sup} =$	3.21	$Z_{inf} =$	2.57
$3s' =$	18.38	$P(Z_s) =$	0.999	$\%P(Z_s) =$	99.93
$4s' =$	24.51	$P(Z_i) =$	0.005	$\%P(Z_i) =$	0.505
$K =$	0.11	$\%P(z_{tot}) =$	99.43		

**Tabla 2:** Resultados de Estudio de Habilidad Proveedor Italiano

**HABILIDAD A +/- 3s**

$C_p =$	0.96
$C_{pk} =$	0.86

**HABILIDAD A +/- 4s**

$C_p =$	0.72
$C_{pk} =$	0.64



Los índices Cp y Cpk fueron de 0,96 0,86 respectivamente, luego, como se puede percibir en el histograma, existe un desplazamiento del proceso hacia la derecha. El Cp mide la dispersión del proceso con relación a los límites de especificación sin contar con la localización media del proceso, el Cpk toma en cuenta la variabilidad del proceso y su ubicación con relación a los límites, luego, la variabilidad es alta lo que nos demuestra que el proceso es incapaz ya que el valor de Cpk es muy bajo.

### 3.3 Resultados: Proveedor Español.

Con base en los valores mostrados en la tabla 1 se realizó el estudio del CEP de un lote de hilo Blue Navy del proveedor Español con especificación PES TEX DTEX 440/96/0. Obteniendo como resultado lo siguiente:

**3.3.1 Límites de Control para  $\mu$  y rangos:** En ambas cartas de control se observa que todos los resultados de Denier se encuentran fuera de lo especificado por lo cual debemos señalar que es un proveedor relativamente nuevo en la producción de este hilo, también cabe mencionar que se tomó de un lote muestra que anteriormente ya se había evaluado y comparado, con el fin de establecer otra especificación exclusivamente para este proveedor y el único color ya que en línea productiva se ha observado mejoras con estas características.

Claramente se puede observar que el proceso no se encuentra con lo especificado por lo cual se debe valorar el generar una nueva especificación con los rangos de variabilidad que también muestra el CEP. Ya que por lo mencionado anteriormente el producto final se ha ido mejorando y al mismo tiempo se cumple con las auditorías en ISO 9001:2015.

LCS= 559.83  
 Xmm= 542.10  
 LCI = 524.38

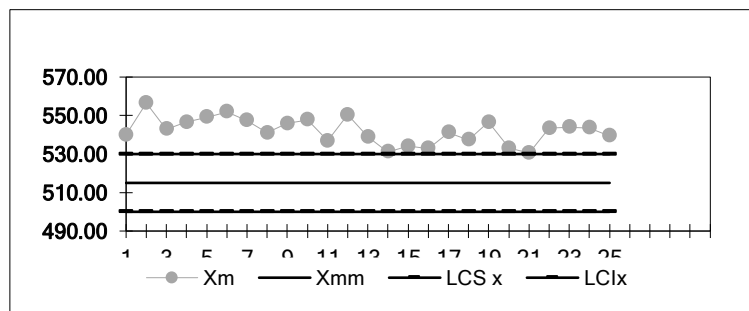


Grafico 4: Carta de Control - Medias - Proveedor Español

LSCr= 21.77  
 Rmm= 6.66  
 LICr = 0.00

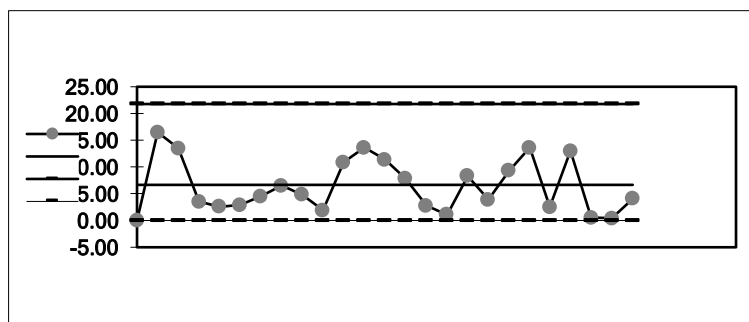
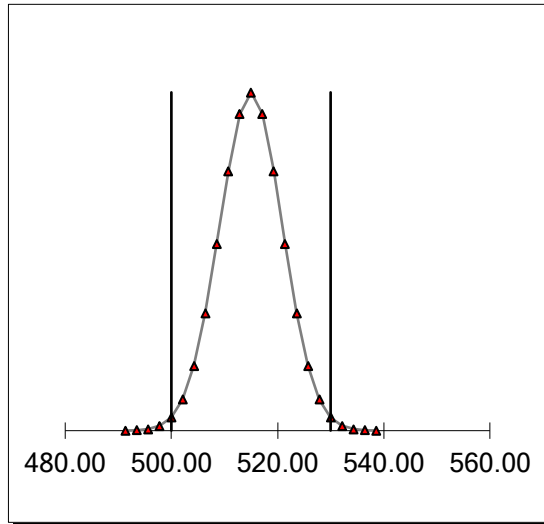


Grafico 4: Carta de Control - Rangos - Proveedor Español

**3.3.2 Estudio De Habilidad:** Para el análisis de capacidad se presenta un histograma de los datos, con una curva de distribución normal representada. La curva es generada basándose en la media del proceso correspondiente a los límites de especificación inferior y superior, respectivamente. Se observó que el proceso no está bajo control, y todas las muestras se encuentran fuera de lo especificado.



**Grafico 6:** Histograma - Proveedor Español

s' =	5.91	Zsup =	2.54	Zinf =	2.54
3s' =	17.72	P(Zs)	0.994	%P(Zs)	99.45
4s' =	23.63	P(Zi)	0.006	%P(Zi)	0.555
K =	0.00	%P(ztot) =		98.89	

**Tabla 3:** Resultados del Estudio de Habilidad del proceso del Proveedor Español

<b>HABILIDAD A +/- 3s</b>	Cp =	0.85
	Cpk =	0.85
<b>HABILIDAD A +/- 4s</b>	Cp =	0.63
	Cpk =	0.63

Los índices Cp y Cpk fueron de 0.85 y 0.85 respectivamente, luego, como se puede observar en el histograma, existe un desplazamiento del proceso para la derecha. El Cp mide la dispersión del proceso con relación a los límites de especificación sin contar con la localización media del proceso, el Cpk toma en cuenta la variabilidad del proceso y su ubicación con relación a los límites, luego, la variabilidad es alta. Entonces el proceso es incapaz ya que el valor de Cpk es menor que 1,00.

#### 4 Conclusiones y Recomendaciones

Para la elaboración de este trabajo se presentó los elementos básicos necesarios de control Estadístico de Procesos aplicados para la evaluación y seguimiento de materia prima con el propósito de mejorar el proceso productivo de la empresa TEXTIL. Con el cual los resultados nos dejan ver la necesidad de generar un control más riguroso de la calidad de los insumos. También se concluye que el hecho de que estos se encuentren dentro de lo especificado no quiere decir que se encuentre bajo control. Al analizar las variaciones indicados por los gráficos o cartas de control de acuerdo con la literatura, fueron detectados errores y variaciones perceptibles en la calidad del producto específicamente en el peso y roturas cuando no existió un control riguroso del proceso.

Por lo cual se concluye que si se recomienda generar una nueva especificación para el nuevo proveedor ya que como se dice dentro del contenido de este trabajo el proceso tiene múltiples variable e interacciones como los la máquina-hombre, diferentes procesos por la diferencia de proveedor y la experiencia de los mismos y al presentar mejorías con estos rangos se puede establecer la nueva especificación para la empresa española.

También cabe mencionar que se cumplió el propósito de este trabajo ya que se determinó la capacidad del proceso para predecir que tanto el proceso cumple con las especificaciones, también para diseñar una nueva especificación para el proveedor en desarrollo y finalmente se sugiere seguir trabajando con la materia prima del proveedor italiano hasta que finalice el proceso de desarrollo del proveedor español.

## Referencias

- Arboleda, J. (2015). *Estudio de mejora del proceso de soldadura de Soldame del Valle S.A.S. a partir de análisis y diseño de experimentos. Colección Académica de Ciencias Estratégicas*. Palmira, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Cantú, H. (2011). *Evolución e importancia de la calidad total. Desarrollo de una cultura de calidad*. México: McGraw-Hill.
- Fischer, A. (1985). *The Computer- a Tool for Statistical Process Control. Programming of Statistical Quality Control Applications*.
- Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategía y Análisis*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Montgomery, D. C. (2004). *Introducción al Controle Estadístico de la Calidad*. Librosa Tecnicos y Científicos Editora S.A.
- Navidi, W. (2006 ). *Estadística para Ingenieros y Científicos*. . Mexico D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- RIBEIRO., J. L., & CATEN, C. S. (2012). *Série Monográfica Qualidade – Controle Estatístico do Processo*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS.
- Vazquez, E. W. (2018). *Scielo*. Obtenido de Scielo:  
<http://dx.doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n3.307>

# Propuesta de mejora en la digitalización de documentos de un ayuntamiento, aplicando el círculo de Deming

**Karla Belis Chamorro<sup>\*1</sup>, Maricela Cervantes Sánchez<sup>\*\*1</sup>, Verónica Romero Montiel<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México. [belis21kar@gmail.com](mailto:belis21kar@gmail.com), [maricela.cs@tlaxco.tecnm.mx](mailto:maricela.cs@tlaxco.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería en Materiales, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México. [veronica.rm@tlaxco.tecnm.mx](mailto:veronica.rm@tlaxco.tecnm.mx)

## Resumen

Actualmente la palabra tiempo es un término que constantemente tenemos en mente ya que las actividades que se realizan día a día cada vez más consumen nuestro tiempo y este término para las personas, empresas y negocios representan pérdidas o utilidades. Debido a ello, se presenta en este artículo la situación de reducir el tiempo de búsqueda de los expedientes del área de catastro, agilizar los trámites para que los ciudadanos vean mejoras y una mayor eficiencia en el área, esto último, es lo que busca el departamento de dirección de planeación y evaluación para darle esa fluidez en el área.

Este artículo tiene como objetivo principal contribuir a un mejor manejo de la información documental en el ayuntamiento apoyada en el círculo de Deming. De esta manera facilitar la búsqueda y el ahorro de espacio en el ayuntamiento, a través de un sistema de digitalización documental.

Lo anterior ayudará a disminuir el tiempo de búsqueda de los expedientes del ayuntamiento, de igual manera se tendrá el ahorro de espacio en los archivos, la conservación de los documentos originales para su próxima digitalización, además de poder compartir información con las dependencias, mantener un control para la captación de datos y una actualización para mantener una mejora. Los tipos de investigación que se utilizaron para llevar a cabo esta investigación son: explicativa porque se describe el problema observado, la descriptiva porque se relata lo que está ocurriendo en el área y la documental se analizan a detalle la información.

Los resultados obtenidos son: describir la propuesta de mejora la cual consta en elegir si se contratará alguna empresa que brinda los servicios de digitalización o de manera particular, esta última implica la compra del escanner, se elabora un mapeo del proceso de digitalización documental utilizando el círculo de Deming y finalmente se hace la simulación del proceso de digitalización de documentos obteniendo como resultado un documento digitalizado.

**Palabras Clave:** Digitalización, municipio, información y documentos.

## Abstract

Currently the word time is a term that we constantly have in mind since the activities that are carried out every day increasingly consume our time and this term for people, companies and businesses represents losses or profits. Due to this, this article presents the situation of reducing the search time for records in the cadastre area, streamlining procedures so that citizens can see improvements and greater efficiency in the area, the latter is what the planning and evaluation management department to give him that fluency in the area.

The main objective of this article is to contribute to a better management of documentary information in the city hall supported by the Deming circle. In this way, it is easier to search and save space in the town hall, through a document digitization system.



The foregoing will help reduce the search time for city council files, in the same way, there will be space savings in the archives, the conservation of the original documents for their next digitization, in addition to being able to share information with the dependencies, maintain a control for data capture and an update to maintain an improvement. The types of research that were used to carry out this research are: explanatory because the observed problem is described, descriptive because it tells what is happening in the area and the documentary, the information is analyzed in detail.

The results obtained are: describe the improvement proposal which consists in choosing whether to hire a company that provides digitization services or in a particular way, the latter implies the purchase of the scanner, a mapping of the document digitization process is made using the Deming circle and finally the document digitization process simulation is performed, obtaining as a result a digitized document.

**Keywords:** Digitization, municipality, information and documents.

## 1 Introducción.

Los avances tecnológicos que en este tiempo hemos experimentado, nos da la oportunidad de implementar los sistemas de gestión documental en digital, los cuales se han convertido en una pieza cada vez más importante para las empresas ya que han estado influenciados por circunstancias como la disponibilidad de información, ahorro de espacio, las necesidades de la sociedad para agilizar los trámites, el crecimiento económico y otros factores.

Hoy en día debemos ser más consciente del uso excesivo del papel; a nivel mundial nuestro país ocupa el cuarto lugar en la fabricación de papel. Con el uso y adaptación de medios tecnológicos para la digitalización de documentos, reduciremos el consumo del mismo.

En la actualidad, la gestión de documentos ha evolucionado, no sólo para administrar los documentos producidos en soporte papel, sino que a su vez, se han desarrollado lineamientos para gestionar los documentos electrónicos, lo cual respalda las iniciativas emprendidas en el ámbito mundial relacionadas con un importante proceso normalizador de sus teorías y prácticas (Arcangel, 2014).

En las dos últimas décadas, la calidad ha adquirido una gran importancia como estrategia válida para obtener una posición competitiva ventajosa, debido a las nuevas condiciones del entorno. En el caso de los centros educativos, la mejora de la calidad de sus actividades es uno de los retos más importantes que actualmente deben afrontar todos los agentes implicados en la educación (Arcangel, 2014).

Con la digitalización documental de los expedientes que se encuentran en el área, se ahorra tiempo de búsqueda de la información, espacio en el archivo municipal, garantizar el mantenimiento de la información de los expedientes del área de catastro por un periodo largo y así llevar un procedimiento de recolección de los expedientes de catastro, revisión de los mismos para la clasificación adecuada, la digitalización por el escáner y guardarlos correctamente, lógicamente apoyada con un equipo de trabajo del área de catastro previamente capacitado.

Lo anterior, para hacer conciencia de la modernización y también para cuidar la sustentabilidad del medio ambiente.

### Proceso

Un proceso es una secuencia de pasos diseñados para producir un producto o servicio de valor para alguien externo, también se entiende como un conjunto de actividades interrelacionadas, que interactúan para transformar elementos de entrada (materia prima, insumos, energía, dinero, información) en resultados de valor agregado (productos y servicios), los cuales son de utilidad para los clientes (NC-ISO, 2015).

La mejora continua es asociada con una diversidad de desarrollos organizacionales incluyendo la adopción de enfoques modernos como Gestión de la Calidad Total (TQM), Manufactura Esbelta, Teoría de Restricciones (TOC), Seis Sigma (SS), Kaizen, entre otros (Singh & Singh, 2015).

La digitalización documental, surge como resultado de las nuevas tecnologías de la información que proporcionan las herramientas para desarrollar esta actividad, con el fin de preservar la información en un formato que además provee el acceso remoto, proporcionando su consulta y dando como resultado tiempos de respuestas más rápidos y eficaces (DÍAZ, 2020).

Según la AGN la digitalización es un “Proceso tecnológico que permite convertir un documento en soporte análogo (papel, video, casetes, cinta, película del documento)” (AGN, 2019).

El “ciclo de Deming” o también llamado Ciclo PHRA (planificar, hacer, revisar, actuar), es una herramienta muy importante para la calidad y el mejoramiento continuo.

#### **Donde:**

**Planificar:** Significa hacer planes de los mejoramientos, usando herramientas estadísticas, tales como las siete herramientas: diagramas de Pareto, diagrama causa y efecto, histogramas, cartas de control, gráficas y lista de comprobación.

**Hacer:** es la aplicación del plan.

**Revisar:** verificar si se alcanzó la mejoría deseada.

**Actuar:** prevenir que se presente el problema, estandarizar (Montoya, 2017).

#### **Cómo aplicar la espiral de mejora continua**

Si quieres aplicar la espiral de mejora continua a tu empresa, negocio o trabajo solo necesitarás hacer un esfuerzo y concienciar a tus empleados acerca de su importancia y de su efectividad. Completar el primer ciclo de Deming es lo más costoso, pero, una vez hecho esto, tan solo habrá que ir recorriendo el bucle para ir mejorando constantemente (M, 2018).

#### **Información**

Si se usan los datos para su procesamiento y la generación de información de modo que este procesamiento permita mejorar la toma de decisiones, a la vez que se pueda contextualizar la información, clasificar la información, pues define los parámetros de análisis y sistematización, y la categorización de la información (Pérez, Lombana, & Restrepo, 2017).

#### **Mapeo del proceso**

Un proceso es una secuencia de actividades, que cuando se ejecutan, transforman insumos en algo (resultado) con valor añadido. El propósito del proceso de mapeo es identificar, entender y conocer los procesos de negocio. El propósito del proceso de mapeo es identificar, entender y conocer los procesos (HEFLO, 2019).

Con las tecnologías de la información cada vez más apoyan la necesidad de contar con procesos cada vez más flexibles y ágiles. De ahí que toda organización, este formada por la estrategia, los procesos y las aplicaciones informáticas (González, Rodríguez, Caballero, & Fonte, 2019).

## **2 Desarrollo.**

**Problemática identificada.** Los problemas que se detectaron son los tiempos prolongados para llevar a cabo la búsqueda de la información de los expedientes que se encuentran en el área del ayuntamiento, el sistema tiene deficiencias de captación de información, de igual manera se tiene un exceso de papeleo en el área ya que se requiere dar una copia al usuario del trámite que realiza, otra copia se queda en el expediente y una copia más para otra área, por lo tanto, esto ocasiona que se hagan pilas de papel ocupando mucho espacio. Otra situación que se presenta es la ausencia de una base de datos concreta y correctamente clasificada, debido a que se carece de esto, resulta que sea difícil encontrar los

expedientes solicitados en el momento indicado. Por último, es importante mencionar el deterioro que se da en los documentos, por el paso del tiempo, la mala ventilación y sobre todo cuando se presta un expediente a otra área.

**Justificación.** El presente estudio de investigación pretende que los documentos con los que cuenta el municipio sean digitalizados, para ofrecer una mayor seguridad para el mantenimiento de la información, evitando la pérdida de documentos con su almacenaje. Lo anterior, ofrecerá mayor facilidad a la hora de localizar, consultar, modificar y compartir un documento. Todos los documentos estarán al alcance de los equipos de trabajo, convirtiéndose en una solución para la coordinación de catastro que realizan un uso continuo y abundante de expedientes. Facilitará el uso de la información, teniendo acceso a clasificarla en diferentes aplicaciones de paquetería office tales como Excel, Word, PDF, etc. Para ser tratada de una manera responsable y eficiente, obteniendo así rapidez a la hora de buscar algún archivo, ahorrando tiempo y espacio; teniendo una mayor seguridad y garantizar también la conservación en los documentos digitales, estando disponibles para personas autorizadas.

### **3. Metodología.**

**Tipo de investigación.** Los tipos de investigación que se utilizaron son: explicativa, descriptiva y documental.

En cuanto a la investigación explicativa, se utiliza debido a que no solo se describe el problema observado en la acumulación de papel, también se presenta desorden en la oficina con respecto a los expedientes propensos a daños, tiempos de búsqueda prolongados, sino que también se acerca y busca explicar las causas que originaron dicha situación. En otras palabras, es la interpretación de la realidad del área que se está analizando.

En lo que respecta al tipo de investigación descriptiva se realiza una reseña de lo que está ocurriendo en el área y se describe todo lo relacionado a la misma.

En el tipo de investigación documental se analizan los aspectos más relevantes de los documentos que se tienen en el área y en los que se van aplicar las oportunidades de mejora, de igual manera se utiliza debido a que fue necesario extraer datos e información directamente de la realidad; de estudios ya realizados sobre este tema y a través de la observación natural, debido a que es una forma de recolección de datos en la que se observa el comportamiento de las personas con el fin de dar respuesta a la situación planteada previamente, debido a que en el ayuntamiento no contaban con un scanner para la digitalización de documentos, una base de datos o antecedentes históricos respecto al tema de digitalización documental.

El diseño de la investigación es no experimental, transversal descriptivo debido a que permite conocer y describir el tema que se abordó, lo que permitió familiarizarse con un asunto que hasta el momento era un tema poco conocido y de escaso interés para los involucrados.

#### **Recolección de los datos.**

La herramienta de recolección de datos (al mencionar datos nos referimos a información histórica sobre si había anteriormente otro sistema en el que se analizaron archivos, y carpetas en las computadoras que se encontraban en el lugar de análisis), que se utilizó es la observación directa, debido a que se identificó que no había información oficial en la cual se tuvieran los antecedentes para analizar algún ejemplo dentro del Municipio referente a la digitalización de documentos, para mayor detalle se describe el proceso. Al ingresar al área de catastro se identificó un problema de tiempos prolongados a la hora de buscar cierta información de algún expediente del área de catastro, además tenían una acumulación de papeles en un espacio reducido a la hora de compartir información.

Se le pregunto al encargado del área de planeación y evaluación si tenían un sistema que facilite la búsqueda de los expedientes, comentó que no.

Una vez confirmado el problema (inadecuada captación de información, búsquedas prolongadas, y sobre todo el exceso de papeleo a la hora de archivar en el poco espacio existente), fue necesario hacer reportes diarios de la entrada de predios al área. Se planifica y da inicio a la investigación de un gestor documental que facilite la búsqueda de los predios, además de poder digitalizar los documentos para un ahorro de espacio y de costos.

### **Aplicación del círculo de Deming**

Para mayor detalle de la aplicación del círculo de Deming leer a detalle el punto 4.1.1 Mapeo del proceso de digitalización documental utilizando el círculo de Deming.

## **4 Resultados**

Los resultados obtenidos son los siguientes:

### **4.1 Propuesta de mejora**

Para realizar la digitalización de documentos se puede realizar de dos maneras:

1. Contratar a empresas (algunas son Internacionales ó nacionales) especializadas en el manejo y trato de la digitalización documental que brindan el servicio de digitalización por ejemplo las siguientes:
  - a. ATS Gestión Documental
  - b. GUREAK marketing
  - c. Desarrollo y Servicios Digitales DSD ServTec
  - d. Edicom connecting business
  
2. De manera particular lo que se puede realizar es la adquisición de un escáner con las siguientes características:

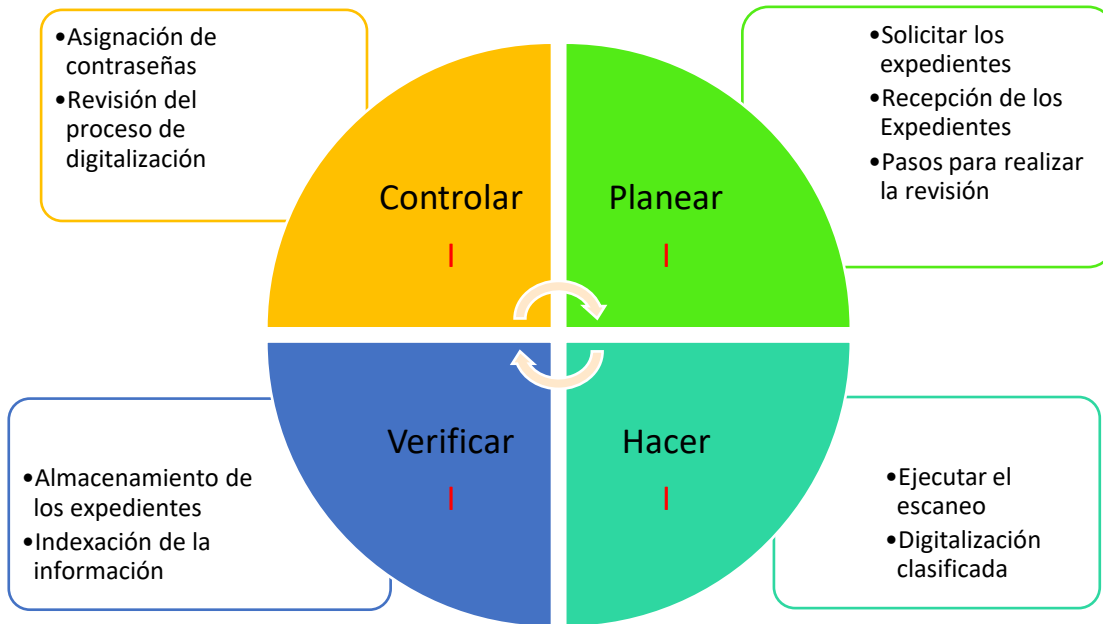
Escáner plano HP SCANJET PRO 2500 F1 (Verificar en el apartado de recomendaciones las características del escáner.

Al realizar la digitalización documental con este escáner se va a facilitar el uso de la información, editar y clasificar los documentos y ahorrar espacio físico. Optimizando los procesos de búsqueda y consulta de los archivos, garantizando la integridad de los documentos a largo plazo. Una vez terminado, establecer accesos de seguridad de la información, siguiendo un orden y cumpliendo con la petición del jefe directo y promoviendo la sustentabilidad para el medio ambiente.

#### **4.1.1 Mapeo del proceso de digitalización documental utilizando el círculo de Deming**

Para evaluar la eficacia y eficiencia de los procesos es utilizado frecuentemente el círculo de Deming, por tal motivo para que la digitalización de documentos se realice de manera correcta es necesario que se segmenten las actividades que se realizan en las 4 fases que son: planear, hacer, verificar y controlar, también es de suma importancia mencionar que la letra I que se encuentra en cada una de

las fases representa a los insumos (en este caso nos referimos a los expedientes). Para mayor detalle se muestra en la Figura 1. – Mapeo del proceso de digitalización documental.



**Figura 1.** Mapeo del proceso de digitalización documental.

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

En la figura 1, se muestra de manera general las 4 fases y las actividades que se deben realizar en cada una de ellas, a continuación, se muestra la Figura 2. Descripción de cada una de las actividades que conforman las fases del círculo de Deming aplicado al proceso de digitalización de documentos.





**Figura 2.** Descripción de cada una de las actividades que conforman las fases del círculo de Deming.

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Para que se lleve a cabo lo anterior de la mejor manera es necesario que se realice la capacitación al personal a cargo, para que se familiaricen con la propuesta de mejora en cuanto a la digitalización de documentos. Para conseguir una mejora continua es necesario seguir el mapeo del proceso de digitalización documental para ser eficientes en los tiempos y la calidad de servicio que se les brinda a los ciudadanos.

#### 4.1.2 Simulación del proceso de digitalización de los documentos

Se realizó una simulación del proceso de digitalización de los documentos, de esta manera se propuso al jefe del área que se realizara para evaluar en qué se podía mejorar o si era necesario eliminar algún paso que se realizaba. Al tener la aprobación del área se reunió al equipo de trabajo para que se asignaran sus funciones y se les plantea el cómo se iba a ejecutar la digitalización de los expedientes, al realizar esta actividad, hubo participación y se dio a conocer que era más rápido y eficiente si todos trabajan en conjunto. Con nuevas bases para la captación de datos, con nuevos formatos para clasificación, de esta manera se redujo el tiempo y se dio un conteo de cuantos paquetes de hojas no se gastaron en copias y nos percatamos que en dos meses se ahorraron 4 paquetes de 500 hojas. La simulación fue un buen acierto y se requiere más capacitación para seguir mejorando.

#### 4.1.2.1 Modo, ejecución y clasificación de los documentos que se digitalizan

De este modo se recomienda que se ejecute la digitalización documental:

1. Revisión de la documentación y su prioridad para la empresa.
2. Selección de documentos a digitalizar.
3. Captura por escáner de documento físico.
4. Indexación de la información del documento.
5. Almacenamiento del archivo para su posterior consulta. Una vez ejecutado lo anterior, se procede a:
6. Definición de formatos.
7. Establecimiento de parámetros de digitalización.
8. Definición de la cantidad de documentos a digitalizar. (ATS, 2018).

**Se clasifica de la siguiente manera según lo indico el presidente municipal:**

- Urbano Edificado se refiere aquella construcción de más de dos plantas.
- Urbano Comercial se refiere aquella construcción que tiene un comercio (tiene alguna cortina) o alguna accesoria.
- Urbano no edificado se considera a las zonas consideradas como rurales en la que se tiene una vivienda normal.
- Rustico es refiere a un terreno bardeado.

Con base a lo anterior, el resultado final para la mejora de los problemas que se encuentran en el ayuntamiento es la adquisición del escáner, la aplicación y seguimiento del círculo de Deming y brindar la capacitación a todos los involucrados del proceso. Es de suma importancia resaltar que el documento que se digitalizó como ejemplo durante la simulación para comprobar los beneficios que otorga la digitalización del mismo, no se puede mostrar debido a que son documentos que contienen información delicada, la cual debe ser cuidada y manejada con cautela y seguridad, por tal motivo no nos permitieron tomar evidencia para mostrar ese resultado.

#### 5. Conclusiones.

Derivado de los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

La investigación que se realizó referente a la digitalización documental fue de gran ayuda, ya que no se tenía ningún registro de como digitalizar los documentos, además de que ayudo a ser más abierto a las posibilidades de nuevas cosas.

Se propuso el procedimiento adecuado para realizar la digitalización, tomando en cuenta la frecuencia con la que se realiza un trámite. Con la implementación de la Digitalización documental los expedientes estarán ordenados de acuerdo a los formatos previamente estipulados, también estarán dentro de los parámetros de clasificación requeridos por el área de catastro, de esta manera se mantendrá un orden correcto y los tiempos de búsqueda serán más cortos.

La clasificación y análisis de los expedientes da pie a corregir errores que obstaculizan la adecuada captura de metadatos. La fluidez de la información será más rápida, se podrá compartir sin necesidad de llevar el expediente en físico a las demás dependencias que trabajan con el área de catastro.

Se realizó un ejercicio de simulación de la ejecución del proyecto, en el cual se realizaron los pasos del mapeo, desde pedir los expedientes por vía oficio, analizar y clasificar los expedientes para previa digitalización. Se utilizó un simulador de escáner para realizar los formatos y las clasificaciones que requiere el área de catastro.

Los empleados del área de catastro que ya tienen una función asignada, se les dio la recomendación de apoyar en la simulación, ordenando los expedientes según la clasificación para que fuera más ágil, de esta forma se tardará menos tiempo para digitalizar los expedientes.

Con esta simulación nos percatamos que es viable la digitalización ya que al ordenar de esta forma los expedientes se podía localizar más rápido la información (15 minutos por persona para atenderla y terminara su proceso de pago, en comparación al tiempo anterior se redujo de manera muy radical debido a que se tardaba por persona aproximadamente 3 horas, porque se dificultaba más realizar la búsqueda de su información para que pudiera realizar el pago), se vio una mejora en la búsqueda de información y en el ahorro de espacio, además se garantiza la integridad de los documentos a largo plazo, esto contribuye a que se utilizará menos papelería ya que solo se dará una copia al contribuyente.

Con esta información es posible medir, demostrar, controlar las entradas y actualizaciones de los expedientes del área de catastro.

Se llevaría a cabo establecer acceso de seguridad de la información, es importante ya que es documentación delicada, debe ser cuidada y manejada con cautela y sobre todo con seguridad. Por eso se deben establecer contraseñas para que solo el personal autorizado pueda tener acceso al gestor documental.

Con las capacitaciones que se le darán al personal se hará una mejora y así debe ser con cada integrante nuevo en el equipo de trabajo, esto facilitará el trabajo en el área de correspondiente.

## **6. Recomendaciones.**

Se recomienda, estar constantemente vigilando que se haga la digitalización con el orden cronológico como se propuso hacerlo sirviendo de referencia el mapeo del círculo de Deming.

Al momento, de que lleguen nuevos expedientes al área, se haga la verificación y la clasificación para digitalizar.

Es de suma importancia, dar capacitación constante a los empleados del área y si son nuevos integrantes es de suma importancia para que no haya fallas en el sistema de digitalización documental.

Se propone implementar este proyecto en los diferentes departamentos de los Ayuntamientos, para que haya un impacto en los costos de papelería apoyando así a la sustentabilidad del medio ambiente.

Se sugiere contratar un sistema o un software con más capacidad ya que las dimensiones del papeleo lo ameritan y la capacidad con la que se cuenta actualmente muy pronto no será suficiente.

### **Escáner plano HP SCANJET PRO 2500 F1**

- Tipo de escáner: Cama plana, alimentador automático de documentos (ADF)
- Funciones estándar de envío digital: Escaneado a PC
- Resolución de escaneo, óptica: Hasta 600 dpi (color y monocromática, ADF) Hasta 1200 dpi (color y monocromática, cama plana)

- Ciclo de trabajo (diario): Ciclo de trabajo diario recomendado: 1500 páginas (ADF)
- Profundidad en bits: 24 bits externa 48 bits interna
- Niveles de escala de grises: 256
- Detección de alimentación múltiple: No
- Velocidad de tareas: Foto color 10 x 15 cm (4 x 6 pulgadas) a archivo (200 dpi, 24 bits color, TIFF): aproximadamente 6,8 segundos para escaneo de múltiples imágenes, 3,1 segundos para escaneo de una sola imagen.
- Foto color 10 x 15 cm (4 x 6 pulgadas) a correo electrónico (150 dpi, 24 bits color): aproximadamente 3,7 segundos para escaneo de una sola imagen.
- PDF A4 (8,27 x 11,69 pulgadas) a correo electrónico (300 dpi, 24 bits): aproximadamente 11,3 segundos para escaneo de una sola imagen.
- OCR A4 (8,27 x 11,69 pulgadas), 200 dpi, 24 bits a RTF: aproximadamente 14,96 segundos para escaneo de una sola imagen.
- Tamaño de escaneo, máximo: 216 x 297 mm
- Tipos de soportes: Papel (banner, de inyección de tinta, fotográfica, común), sobres, etiquetas, tarjetas (de índice y de felicitación)
- Pesos de medios, alimentador de documentos automático (ADF) admitido: De 60 a 105 g/m<sup>2</sup>
- Formato del archivo de digitalización: Para texto e imágenes: PDF, JPEG, PNG, BMP, TIFF, TXT (Texto), RTF (texto enriquecido)
- Capacidad del alimentador automático de documentos: Estándar, 50 hojas
- Velocidad de escaneo del alimentador automático de documentos: Hasta 20 ppm/40 ipm (blanco y negro, escala de grises y color, 300 dpi)
- Opciones de escaneo (ADF): Escaneo electrónico a doble cara de una sola pasada
- Tamaño de escaneo (ADF), máximo: 216 x 3100 mm
- Sistemas operativos compatibles: Windows 10 (32 bits/64 bits), Windows 8.1 (32 bits/64 bits), Windows 8 (32 bits/64 bits), Windows 7 (32 bits/64 bits) Mac OS X Mavericks 10.9, OS X Yosemite 10.10
- Compatible con Mac: sí
- Versión Twain: Certificación TWAIN. Versión 2.1
- Conectividad, estándar: Hi-Speed USB 2.0
- Alimentación: Voltaje de entrada: de 90 a 264 VCA, de 50 a 60 Hz
- Consumo de energía: 4,73 vatios (listo), 1,68 vatios (reposo), 0,13 vatios (apagado automático), 0
- Margen de temperaturas operativas: 10 a 35°C
- Intervalo de humedad en funcionamiento: 15 a 80% de HR sin condensación
- Dimensiones mínimas (ancho. x Prof. x alto.): 451 x 351 x 122 mm
- Peso: 4.3 kg.
- Software incluido: Controlador de dispositivo HP Scanner, controlador de escaneo HP WIA, controlador de escaneo HP TWAIN (con certificación), HP Scan, utilidad HP Scanner Tools, HP Event (botón) Handler, HP Windows Installer, I.R.I.S. Readiris Pro, I.R.I.S. Cardiris, Nuance PaperPort, SDK (kit de desarrollo de software), LPDF (archivo con enlace para descargar software), sin software para Mac en el CD.

- Contenido de la caja: Escáner HP ScanJet Pro 2500 f1, Motor de escáner plano HP Scanjet Enterprise 2500 f1, Guía de instalación, CD de software y controladores de HP Scan, CD de software de pack bonificado de HP, Volantes de soporte, Almohadones, Cable USB, Adaptador de alimentación, Cables de alimentación.
- Garantía: Un año de garantía limitada para el hardware.

## Referencias

- AGN. (2019). Obtenido de <https://www.archivogeneral.gov.co/Proyectos-y-Servicios/Digitalizacion>
- Arcangel, E. S. (2014). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/823/82332625003.pdf>
- ATS. (2018). Obtenido de <https://atsgestion.net/digitalizacion-documentos/>
- DÍAZ, L. V. (2020). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50238/TRABAJO%20DE%20GRADO%20Laura%20Valentía%20Tejeiro%20Díaz.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- González, A. G., Rodríguez, L. L., Caballero, D. M., & Fonte, D. M. (2019). *Herramientas para la gestión por procesos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4096/409659500003/409659500003.pdf>
- HEFLO. (2019). Obtenido de <https://www.heflo.com/es/blog/mapeo-procesos/que-es-el-mapeo-de-procesos/>
- M, A. (17 de 10 de 2018). *Círculo de Deming: cómo aplicar esta estrategia de mejora continua en tu empresa*. Obtenido de <https://empresas.infoempleo.com/hrtrends/circulo-de-deming>
- Montoya, M. P. (2017). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909013.pdf>
- NC-ISO. (2015). *Sistemas de la gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. NC-ISO 9000:2015*. Madrid España: AENOR Ediciones.
- Pérez, C. V., Lombana, H. G., & Restrepo, L. M. (2017). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v21n1/0121-3709-rori-21-01-00064.pdf>
- Singh, J., & Singh, H. (2015). Obtenido de <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2012-0038>



# Desarrollo de películas a partir de cascara de huevo y ácido láctico, extraído del lactosuero de queserías artesanales.

**María Ariadna Ramírez Martínez<sup>\*1</sup>, Pedro Pérez Velázquez<sup>\*\*2</sup>, María Guadalupe Pérez Hernández<sup>\*\*\*3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México.

<sup>2,3</sup> Departamento de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México.

<sup>3</sup> Estudiante Egresada del Departamento de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México.

## Resumen

Uno de los problemas ambientales asociados al sector lácteo está relacionado con residuos líquidos generados al final de su proceso, como lo es el lactosuero, el cual puede presentar importantes alternativas de uso gracias a su aprovechamiento. Una alternativa es la relacionada a la mejora de este problema ambiental es la elaboración de películas que funcionen como empaques de sólidos alimenticios o bien en el transporte de sólidos no alimentarios. En esta investigación se planteó realizar el desarrollo de una formulación integrada por ácido poliláctico obtenido por reflujo a partir de un lactosuero adquirido con dos empresas queseras del municipio de Tlaxco, adicionando cascara de huevo la cual es rica en calcio para proporcionar estabilidad a la película. Tras obtener resultados, se destacó la importancia que tiene el pH del lactosuero al inicio del proceso; ya que con ello se logró una película a base de agua, etanol, alcohol polivinílico (AP), ácido poliláctico (AL) y cascara de huevo con proporciones de 0.5%, 0.4%, 0.0015%, 0.012 y 0.015% respectivamente para un total de 20 ml de formulación.

**Palabras Clave:** películas, ácido poliláctico, cascara de huevo, .

## Abstract

One of the environmental problems associated with the dairy sector is related to liquid waste generated at the end of its process, such as whey, which can present important alternatives for use thanks to its use. An alternative is related to the improvement of this environmental problem is the production of films that function as food solids packaging or in the transport of non-food solids. In this research, the development of an integrated formulation of polylactic acid obtained by reflux from whey acquired with two cheese companies in the municipality of Tlaxco was proposed, adding eggshell which is rich in calcium to provide stability to the film. After obtaining results, the importance of the pH of the whey at the beginning of the process was highlighted; since with this a film based on water, ethanol, polyvinyl alcohol (PA), polylactic acid (AL) and eggshell was achieved with proportions of 0.5%, 0.4%, 0.0015%, 0.012 and 0.015% respectively for a total of 20 ml of formulation..

**Keywords:** films, polylactic acid, eggshell

\*<sup>1</sup> María Ariadna Ramírez Martínez e-mail: [m\\_ariadna25@hotmail.com](mailto:m_ariadna25@hotmail.com), Teléfono: +01 241 4123125, Fax: +241 000 000 000.

**1. Introducción.** Actualmente la industria del empaque comienza su obligada e innovadora reinversión, pues se sabe que, desde el descubrimiento del empaque se han producido aproximadamente 8 300 millones de toneladas de plástico de las cuales: la mitad se ha producido en los últimos 13 años, de la cual una tercera parte se sigue usando hoy en día, el 9% ha sido reciclada, 12% se ha incinerado y el 79% se ha convertido en basura. Sin embargo, el punto crítico es que el 20% de la basura que se produce en el mundo está directamente relacionada con los empaques del consumo diario (Chacón J., L.C. 2019).

De acuerdo con la revista *El Empaque + Conversión* (2019), la industria mexicana del envase y embalaje representa el 1,7 % del PIB nacional, 8,6 % del PIB manufacturero y 5,5 % del PIB industrial, lo que habla de un sector de la economía altamente competitivo. Del consumo total nacional de envases y embalajes, 20 % es para bebidas, 30 % a alimentos, de modo que alimentos y bebidas representa el 50 % del total del consumo, seguido de cuidado personal con un 15 %, cuidado del hogar también con 15 %, farmacéuticos con 10 % y otros también 10 %. De tal forma que se ha hecho énfasis en que los retos más importantes con los que se enfrenta esta industria tienen que ver con desarrollar soluciones que agreguen valor a los productores, pero también al consumidor, es decir que aumenten la productividad a través de la eficiencia y eficacia, mayor investigación y desarrollo en materias primas y proceso, e innovación constante del envasado.

Sin embargo, la contaminación que se da día a día en mundo no solo se debe al uso descontrolado de los envases plásticos, sino que también, existen residuos de procesos que se vuelven contaminantes, debido a que son desechados sin un tratamiento previo. Un claro ejemplo de lo anterior es la industria del queso, la cual separa un fluido del 90% del total de la leche que utiliza denominado lactosuero, siendo esta sustancia uno de los materiales más contaminantes ambientales de esta industria. Esto se debe al elevado contenido en materia orgánica, sobre todo de lactosa, que tiene capacidad para actuar como sustrato de fermentación microbiana. Se conoce que aproximadamente entre 200 a 300 ml de lactosuero sin depurar es equivalente a las aguas residuales producidas por una persona en un día (Parra Huertas, R. A., 2009).

Los grandes problemas ambientales asociados al sector lácteo están relacionado con residuos sólidos generados en el proceso productivo, mientras que los líquidos generados en la planta de tratamiento usualmente son dispuestos en vertederos o reutilizados como abono, por lo tanto el lactosuero puede presentar importantes alternativas de uso gracias a su aprovechamiento; ya que, este subproducto representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales para el sector agroalimentario.

En el año 2013, se dirigió una investigación por Araujo Guerra et al., con la finalidad de investigar diversos aprovechamientos sobre el lactosuero como fuente de energía nutricional; ya que, es una sustancia que afecta física y químicamente la estructura del sueño, lo cual genera una disminución del rendimiento de cultivos agrícolas y al ser desechado en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto.

Otras investigaciones específicas sobre el uso del lactosuero se han realizado alrededor de la búsqueda de películas, un grupo de investigadores en biotecnología de alimentos (GRADA-Testrepo, D., et al., 2014), caracterizaron las propiedades mecánicas, ópticas, morfológicas y de biodegradación de una película activa, obtenida a partir de las proteínas extraídas del suero de quesería y el antioxidante natural alfa-tocoferol, para ser utilizada en la conservación de alimentos. La composición de la película fue de glicerol, alfa-tocoferol al 1 y 2% w/w, etanol. La conclusión que obtuvieron fue que sus propiedades evaluadas se ven directamente afectadas por la cantidad de alfa-tocoferol; además de determinar que las películas tienen un potencial para extender la vida útil de alimentos grasos.

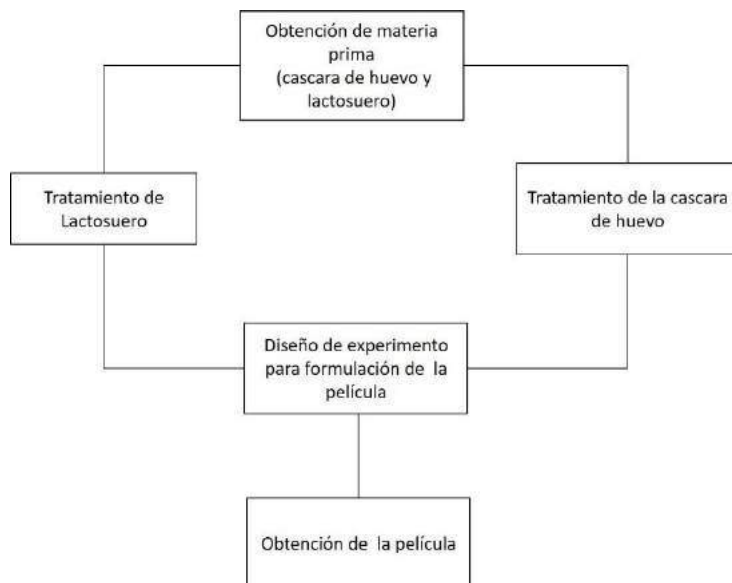
Díaz-Sancho et al., (2015), evaluaron la eficiencia de subproductos obtenidos a partir del lactosuero como preservantes naturales en el procesamiento de tomate y lechuga, comprobaron que existe un efecto antimicrobiano significativo del permeado de suero concentrado contra *E. coli* en lechuga americana y en tomate Cherry. Su estudio consistió en evaluar la reducción logarítmica mínima de listeria y *E. coli*, al ser inoculados los tomates Cherry y lechuga americana, con la finalidad de posteriormente ser desinfectadas por inmersión con permeado de lactosuero, permeado de lactosuero fermentado y permeado de lactosuero concentrado. Encontrando que ninguno de los 3 tratamientos mostró un efecto bacteriostático, por el contrario, el crecimiento microbiano aumentó.

Otro grupo de investigadores estudiaron la proteína de suero lácteo y sus mezclas para evaluar la viscoelasticidad dinámica lineal de biopelículas obtenidas con glicerol al 12% (v/v) y goma gelana. Encontraron que todas sus formulaciones estudiadas se comportan como sistemas reológicos con características elásticas. Además, concluyeron que estos compuestos son una opción para la obtención de biopelículas activas y recubrimientos diversos para sistemas alimentarios sólidos (González-Cuello R.E., et al., 2015).

No obstante, uno de los estudios más importantes de los últimos 10 años ha sido el realizado en Europa por WHEYPACK, denominado: “Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el uso de PHB obtenido a partir de suero lácteo: demostración en el envasado de productos lácteos”. En este proyecto participaron industrias como: AINIA, AIMPLAS, EMBALNOR y CENTRAL QUESERA MONTESINOS, con un presupuesto de 1 188 777 euros, para desarrollar los beneficios medioambientales y socioeconómicos de un material de envase biodegradable, con un menor impacto ambiental en comparación con los actuales derivados del petróleo. Lo anterior se logró tras alcanzar la transformación del suero lácteo en Poli-3-hidroxi-butarato (PHB), un biopolímero que puede emplearse para la fabricación de envases y que tiene potencial para remplazar materiales tradicionalmente utilizados, como el polipropileno, polietileno, poliestireno y PET, que proceden de fuentes fósiles (WHEYPACK, 2017).

Es importante reconocer que en el mercado mexicano de leche y derivados lácteos coexisten tres grupos de empresas: transnacionales, nacionales y familiares o artesanales, cada uno con diferentes objetivos, productos, tecnologías y estrategias. Así, formas artesanales de producción de pequeña escala compiten con empresas tanto nacionales como transnacionales, de gran escala que utilizan técnicas productivas de última generación (Cesín Vargas, A et al, 2007). En el estado de Tlaxcala se encuentran diversos grupos de empresas familiares que se dedican a la elaboración de queso, principalmente en el municipio de Tlaxco. De acuerdo con el Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2019) hay 104 productores de productos derivados de la leche que cuentan con subproductos como el lactosuero. Por lo cual, este proyecto planteó la formulación de biopelículas a partir de la obtención de ácido láctico y cáscara de huevo, con ello se pretende poder dar una opción de tratamiento a residuos a los productores de las empresas queseras del municipio de Tlaxco.

**2. Metodología.** El procedimiento general se presenta en el Diagrama 1, para la obtención de la materia prima se obtuvieron muestras de lactosuero de dos empresas del municipio de Tlaxco, denominadas “Empresa 1” y “Empresa 2”. Mientras que, para la cascara de huevo se realizó una colecta con la comunidad del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco.



**Diagrama 1.** Procedo general para la obtención de películas a base de lactosuero y cascara de huevo.  
Fuente: Propia

**2.1. Tratamiento del lactosuero.** Las muestras de lactosuero de las “Empresas 1 y 2” fueron caracterizadas principalmente para conocer el valor de su pH y porcentaje de proteína por medio del método Micro Kjendhal.

**2.1.1. Desproteínización y desengrasado.** Se realizó por medio de un tratamiento térmico al lactosuero en una autoclave a 125°C durante 35 minutos, dejando enfriar en hielo por 24 horas a 3 °C. Una vez frío el fluido se separó en dos fases llevando la fase más densa a una separación de grasa por medio de un baño ultrasónico durante 20 minutos (modificación del método presentado por Barba Calvachi, et al., 2015).

**2.1.2. Precipitado del ácido láctico.** Para precipitar el ácido láctico presente se mezcló la solución obtenida del desproteinado y desengrasado con una solución de acetato de zinc al 1N en exceso, se filtró y al precipitado se añadió ácido clorhídrico 0.1 N y se dejó reaccionar por 24 horas para obtener como precipitado el ácido láctico. Para verificar la presencia del ácido por medio de un método volumétrico usando fenolftaleína como indicador y como agente titulante NaOH 0.1 N. Posteriormente para la polimerización se llevó a reflujo la solución empleando dos catalizadores diferentes que fueron el óxido de zinc y el óxido de calcio.

**2.2. Tratamiento de la cascara de huevo.** El tratamiento que recibió fue sobre todo para quitar impurezas y separar la membrana que contiene la cascara; para esto, se colocó en un vaso de precipitados de 500 ml la cascara de huevo con agua y se sometió a ebullición durante 10 minutos. Una vez frío se separaron las impurezas y se lavó. Posteriormente fue secada durante 8 horas y triturada por medio de un mortero.

**2.3. Diseño de experimento para formulación de la película.** Para obtener la formulación correcta, se efectuó un análisis experimental considerando 2 factores: cantidad ácido láctico y alcohol polivinílico como plastificante. El rango en el que se utilizó el ácido fue de 0.1 a 2 gramos; mientras que, para el alcohol polivinílico se utilizaron de 0.01 a 0.1 gramos; por lo tanto, se obtuvo un total de 40 formulaciones. Para elaborar las películas se utilizó el método de vaciado en placa o casting, manteniendo como base de la película la cantidad de agua, etanol y glicerina.

Finalmente, a la película obtenida se midió la solubilidad como porcentaje de la materia seca soluble en agua, se consideraron piezas de la base con recubrimiento de aproximadamente 5 centímetro de diámetro, las cuáles fueron secadas y sumergidas en 100 ml de agua destilada a 25°C, con agitación continua por un agitador mecánico de paletas, que posteriormente se filtraron por medio de papel Whatman International del número 1. La solubilidad se calculó por medio de la Ecuación 1. También fueron sometidas las películas resultantes a pruebas de humedad sobre cloruro de calcio a 70°C hasta peso constante, determinando a partir del cambio de peso. Los ensayos se realizaron por cuadruplicado (Famá L.M. et al., 2009).

$$\%Solubilidad = \frac{(Peso\ inicial\ seco - peso\ final\ seco)}{peso\ final} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Mientras tanto, la formula líquida se sometió a pruebas de viscosidad método Ostwald y se comprobó la pérdida de peso en manzanas al agregar de formulación.

**3. Resultados.** Se obtuvieron aproximadamente 18 muestras de 1litro en fechas diferentes durante el periodo octubre 2019 a enero 2020, por cada una de las empresas, las características de pH y % de proteína se pueden apreciar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** características de muestras de lactosuero.

Empresa	pH	%Proteína
1	4.6 ± .1	2.35 ± .17%
2	5.3 ± .2	1.89 ± .25%

Fuente: Propia

Para poder obtener el ácido láctico se tomaban 300 ml de lactosuero para su desproteinización por medio de un tratamiento térmico en autoclave (Foto1). Las diferencias que se pudieron apreciar entre los sueros fue la cantidad de precipitante que se obtuvo en cada uno (Tabla 2).



**Foto 1.** Precipitado de una muestra de la empresa 1.  
Fuente: Propia

**Tabla 2.** Cantidad precipitada en el tratamiento térmico.

Empresa	Cantidad de precipitado (ml)	Grasa precipitada (ml)
1	15 ± 1 ml	1.5 ± 0.25 ml
2	12 ± 0.5 ml	1.3 ± 0.20 ml

Fuente: Propia

Para obtener el lactosuero como se mencionó en la metodología se agregó una solución de HCl obteniendo una nueva separación como se puede observar en la Foto 2, teniendo los siguientes rendimientos para la empresa 1 de aproximadamente 45.638 ± 0.0420 gr y para la empresa 2 de 35.7318 ± 0.1842 gr, ya sobre base seca del ácido láctico (Foto3).



**Foto 2.** Separación del ácido láctico de la empresa 1.  
Fuente: Propia





**Foto 3.** Soluciones con Ácido Láctico precipitado de la empresa 2.  
Fuente: Propia

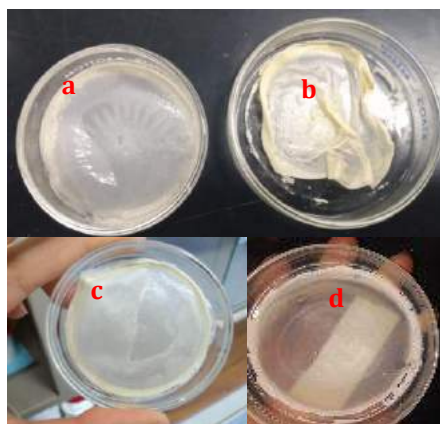
En cuanto a la polimerización realizada por medio de reflujo la cantidad obtenida del ácido poli láctico fue mucho menor tan solo de 5.0001 gr y 3,7619 con un error de 2% para las empresas 1 y 2 respectivamente.

Las mejores formulaciones obtenidas con una base de 10 ml de agua, 8 ml de etanol y 0.5 ml de glicerina, se muestran en la Tabla 3, tanto en apariencia como en color, y en solubilidad se puede observar que las de la empresa 2 fueron mejores, cada análisis se replicó por triplicado.

**Tabla 3.** Resultados de las mejores formulaciones

Empresa	AP gr	AL gr	%Solubilidad	Contenido de Humedad (g/100g base seca)	No de formulación
1	0.025	0.3	56.9121±0.0128	32.0651±0.0032	10
1	0.05	0.9	52.4180±0.0210	38.2992±0.0081	13
2		1.2	45.5192±0.0827	30.4331±0.0017	17
2	0.025	1.2	48.1072±0.0319	28.4293±0.0042	18
2		1.8	48.8271±0.0181	28.0651±0.0067	23

En las siguientes fotos se pueden apreciar la forma de las películas obtenidas con las formulaciones 10 (Foto 4a), 13 (Foto 4b), 17 (Foto 4c) y 18 (Foto 4d), de la tabla anterior.



**Foto 4.** Películas obtenidas con las formulaciones 10 (a), 13 (b), 17 (c) y 18 (d).  
Fuente: propia

Una vez que se obtuvo el recubrimiento, se realizaron pruebas en manzana para observar su efectividad y el tiempo de conservación. Con esto, se midió la pérdida de humedad en las manzanas que fue de 23% durante 7 semanas que duró la manzana conservada (Foto 5). y se fue observando la apariencia física de la fruta. Lo anterior se realizó únicamente con la formulación 18, que fue tomada al azar de las 5 formulaciones presentadas en la Tabla 3.



**Foto 5.** Manzana recubierta por la formulación 18, semana 2.  
*Fuente: Propia.*

#### **4. Conclusiones.**

Derivado de la contingencia de pandemia, suscitada ante el COVID-19, la evaluación de las propiedades fisicoquímicas no se pudo realizar. Sin embargo, se observó que el lactosuero que proporcionó mejor resultados en la elaboración de la película fue el de la empresa 2. Por lo que, se observa que no intervine del todo la cantidad de proteína presente o bien la cantidad de precipitado que se obtiene en el tratamiento térmico sea significativa. Lo que sí resultó ser de mayor importancia fue que el pH inicial del lactosuero fuera mayor de 5. Esto proporciona que la película no se rompa o bien quede con una apariencia chiclosa como se observó en la foto 4b, sino que por el contrario sea flexible, pero con una consistencia firme. La cantidad de cascara de huevo no resultó ser significativa, pues solo se agregaron 0.1500 gr, ya que durante las pruebas se comprobó que con esta cantidad la firmeza de las películas era mucho mejor. Otro dato importante que se estudió fue la solubilidad, esta característica está relacionada con la degradabilidad y en este experimento se obtuvo un valor de 22 minutos, es importante tener en consideración que, aunque falta la degradabilidad en suelo, el tiempo obtenido en agua hace de esta película una excelente opción en caso de que su destino final sea en el agua.

A pesar de que una de las evaluaciones realizadas para observar y evaluar la conservación de sólidos, con manzanas, mostró que se podían mantener hasta por 7 semanas es necesario la obtención de nuevos criterios como lo son la transferencia de masa y de esa forma concluir que tan viable es para su aplicación, lo anterior en caso de desear su aplicación en sólidos comestibles, aunque el estudio hacía ese que el enfoque final hacía la conservación de sólidos en general. Otra propuesta que se ha planteado es que con la formulación obtenida se puedan formar tipo pellets para su aplicación en empaques de transporte. Cabe mencionar que en cuanto sea posible es recomendable realizar la caracterización de las películas con técnicas específicas para identificar el ácido poliláctico obtenido.

Hasta el momento, con los datos obtenidos la película obtenida a base de lactosuero representa una opción viable para su aplicación como empaque, pues es económica y amigable con el medio ambiente, dicha aplicación ayudará a reducir la generación de residuos sin tratamiento y los cuales se convierten en una fuente contaminación principalmente del río Zahuapan, además representa la generación de ingresos extras a la industria de lácteos artesanales establecidas en el Municipio de Tlaxco.

#### **Referencias**

1. A Chacón J., L.C. 2019, Ante problema del plástico, industria del empaque se reinventa. Forbes México; septiembre 9. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/la-ruta-de-los-empaques-urgencia-migracion-reinvencion/>
2. Barba Calvachi V.D., 2015. Trabajo para la obtención de grado de ingeniería en alimentos: OBTENCIÓN DE Poli(Ácido Láctico) A

- PARTIR DE LACTOSUERO DE QUESERÍA ASISTIDO POR MICROONDAS. Universidad del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6426/1/T-UCE-0008-104.pdf>
3. Cesín Vargas, Alfredo; Aliphath Fernández, Mario; Ramírez Valverde, Benito; Herrera Haro, José G.; Martínez Carrera, Daniel Ganadería lechera familiar y producción de queso. Estudio en tres comunidades del municipio de Tetlatlahuca en el estado de Tlaxcala, México Técnica Pecuaria en México, vol. 45, núm. 1, enero-abril, 2007, pp. 61-76
  4. Díaz Sancho, Raquel. (2015) Evaluación de la eficiencia de subproductos obtenidos a partir de lactosuero como preservantes naturales en el procesamiento de tomate y lechuga. evaluaron la eficiencia de subproductos obtenidos a partir del lactosuero como preservantes naturales en el procesamiento de tomate y lechuga. Recuperado 20 de octubre de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3857/1/39036.pdf>
  5. El empaque + conversión (2019) Industria del envase y embalaje está en constante dinamismo: AMEE. Abril 2019. Recuperado de <http://www.elempaque.com/temas/Industria-del-envase-y-embalaje-esta-en-constante-dinamismo,-AMEE+129964#:~:text=Del%20consumo%20total%20nacional%20de,%25%20y%20otros%20tambi%C3%A9n%2010%20%25.>
  6. Famá, L.F.; Gerschenson, L.N.; Goyanes, S. N. (2009). Nanocompuestos biodegradables y comestibles; almidón polvo de ajo. Suplemento de la revista latinoamericana de metalurgia y materiales. S1 (3): 1235-1240
  7. Granda-Restrepo, D.; Medina-Pineda Y.; Culebras-Rubio, M.; Gómez-Clari, C.; 2014. Desarrollo y caracterización de una película activa biodegradable con antioxidantes (alfa-tecoferol) a partir de las proteínas del lactosuero. VITAE, revista de la facultad de química farmacéutica. Volumen 21 Número 1, págs. 11-19.
  8. Parra Huertas R.A.; 2009. Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 62(1): 4967-4982. Recuperado 20 de octubre 2020 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>
  9. WHEYPACK, 2017, Reducción de las emisiones de CO2 mediante el uso de PHB obtenido a partir de suero lácteo: demostración en el envasado de productos lácteos. Recuperado de: <http://www.wheypack.eu/esp/descripcion.html>

# Destino final de los residuos de frutas y verduras en la comunidad de la 4ta. sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala

**María Tomasa Juárez Tepepa<sup>\*1</sup>, María de la luz Villordo<sup>\*\*1</sup>, Maricela Cervantes Sánchez<sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México. [tomitakx21@hotmail.com](mailto:tomitakx21@hotmail.com)

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México. [merrycs@hotmail.com](mailto:merrycs@hotmail.com)

## Resumen

Actualmente vivimos en una sociedad preocupada por la salud y el medio ambiente, este último conforme pasa el tiempo cada vez se deteriora más, debido a los factores contaminantes que menciona Maldonado (2009) (El rápido crecimiento de los sistemas urbanos e industriales, ha traído consigo diferentes problemas ambientales relacionados con la producción de desechos, la afectación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, las numerosas emisiones atmosféricas con sus impactos sobre la calidad del aire y la atmósfera, la acumulación de ruido, la contaminación visual y la afectación por ondas electromagnéticas).

En la presente investigación se explica la problemática que existe en la comunidad de la 4ta. Sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala, la cual se refiere al mal uso que se le da al desperdicio de frutas y verduras el cual termina en los contenedores de basura generando mayores complicaciones, esto se origina derivado a la falta de cultura que existen en la comunidad, de igual manera se diseña y aplica un cuestionario a una muestra representativa de la comunidad para tener conocimiento del destino final que le dan a sus residuos, lo anterior se presenta en gráficas para su mejor interpretación, servirá para investigaciones y propuestas futuras sobre el cuidado del medio ambiente realizando una composta con estos residuos desechos para su aprovechamiento.

**Palabras Clave:** Composta, orgánico, desechos y alimentos.

## Abstract

We currently live in a society concerned with health and the environment, the latter as time goes by increasingly deteriorates more, due to the polluting factors mentioned by Maldonado (2009) (The rapid growth of urban and industrial systems has brought with it different environmental problems related to the production of waste, the affectation of aquatic and terrestrial ecosystems, the numerous atmospheric emissions with their impacts on the quality of the air and the atmosphere, the accumulation of noise, visual pollution and the affectation by electromagnetic waves).

This research explains the problems that exist in the community of the 4th. Section of the municipality of Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala, which refers to the misuse that is given to the waste of fruits and vegetables which ends up in the garbage containers generating greater complications, this originates derived from the lack of culture that exist in the community, in the same way a questionnaire is designed

and applied to a representative sample of the community to have knowledge of the final destination that they give to their waste, the above is presented in graphs for their better interpretation, it will serve for investigations and future proposals on caring for the environment by composting these wastes for use

**Keywords:** Compost, organic, waste and food.

## 1 Introducción.

Debido a que en la actualidad la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales, ha pasado de ser una moda a ser una necesidad latente y prioritaria, el saber qué hacen las personas con los residuos de las frutas y verduras que generan, cobra importancia puesto que estos residuos pueden ser bien aprovechados si se separan de la manera correcta, debido a que con esto, no solo se contribuye reduciendo la cantidad de desechos que van a dar a la basura común sino que además, si estos se usan después de ser descartados como alimento sano se favorece al enriquecimiento de los aportes vitamínicos que tendrá la tierra para generar alimentos de mejor calidad o lo que comúnmente se le llama alimentos orgánicos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) a nivel global, entre un cuarto y un tercio de los alimentos producidos anualmente para consumo humano se pierde o desperdicia. Esto equivale a cerca de 1 300 millones de toneladas de alimentos, lo que incluye el 30% de los cereales, entre el 40 y el 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas, el 20% de la carne y productos lácteos y el 35 % de los pescados. La FAO calcula que dichos alimentos serían suficientes para alimentar a 2 000 millones de personas (Benítez, 2020). Los porcentajes de pérdida de frutas y hortalizas varían entre continentes y las pérdidas se encuentran entre la agricultura, Postcosecha, Procesado, Distribución y consumo. En México, se estima que más de 28,000,000 toneladas de comida se desperdician al año, según la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), lo que equivale a más de 14,00,000 litros de agua utilizados en vano (Aviles, 2019). De ahí la importancia de promover una cultura de reuso a las frutas y verduras que dejan de ser aptas para el consumo humano.

Es importante recalcar que respecto al procesamiento de residuos en las actividades de compostaje e incineración, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el 2005 señaló que apenas el 0,6% de los residuos orgánicos generados son transformados en abono, mientras que el porcentaje de residuos incinerados en la región es tan solo del 1%, con el agravante de que una mínima proporción de estos procesos cumplen con las normas vigentes, es decir, no son sistemas adecuados para el ambiente (Saéz, Urdaneta, & Joheni, 2014).

El objetivo principal de realizar esta investigación es para obtener un conocimiento certero de cuál es el destino que las personas le dan a sus residuos de frutas y verduras de la población a estudiar, la cual se realizará a través de una investigación de campo para detectar cuántos hogares de la cuarta sección de Tetla, reciclan los residuos de Frutas y Verduras.

## 2 Conceptos y Definiciones

A continuación, se presenta la definición de los siguientes términos que se utilizan en la investigación.

Las compostas y vermicompostas son residuos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como sustratos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que la composta mejora la capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana (Nieto, Murillo, Troyo, Larrinaga, & García, 2002). La composta puede ser utilizada como medio para eliminar la contaminación química y no solamente para el reciclaje de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos por medio de su aplicación como mejorador de suelos. Entre los usos no convencionales de la composta se encuentra su



utilización para la biorremediación (o remediación biológica) de sitios con suelos muy perturbados o contaminados y como medio para la biofiltración (o filtros biológicos) (Riancho & Borges, 2002).

El termino de residuo, desecho y desperdicio son sinónimos, lo anterior es importante destacar porque durante el desarrollo del artículo se mencionarán esos 3 conceptos. Los desechos y residuos sólidos llamados comúnmente basura, son productos generados por la actividad humana, considerados como inútiles, indeseables o desechables. Son producto de las actividades humanas, al cual se le considera de valor igual a cero por quien lo desecha, No necesariamente debe tener mal olor o ser repugnante, esto dependerá de su origen y composición. La basura es uno de los problemas de mayor preocupación a nivel mundial. En Venezuela se producen entre 800 g y 1.500 g de residuos por día, por cada habitante (Ponte, 2008).

El manejo de residuos sólidos está comprendido por todas las actividades funcionales u operativas relacionadas con la manipulación de los residuos sólidos desde el lugar donde son generados hasta la disposición final de los mismos (Ochoa, 2009).

La separación de residuos desde el origen consiste en la clasificación en diferentes componentes de los residuos sólidos en la fuente de generación, Hui, Liao, Su, & Hu (2006) sugiere separar en material de compostaje (residuos de alimentos), materiales combustibles (fibra y papel) y materiales reciclables (metales y vidrios) para luego ser recolectados y enviados a los destinatarios adecuados.

Una práctica común es la transformación de los residuos orgánicos en composta o abono orgánico a través de un proceso biológico denominado compostaje (Saéz, Urdaneta, & Joheni, 2014).

### **3 Desarrollo**

#### **3 Materiales y métodos**

##### **3.1 Tipo de investigación**

Los tipos de investigación que se utilizaron son:

- De campo derivado a que se acudió directamente a la comunidad de la comunidad de la 4ta. Sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala para observar que estaba pasando con el desperdicio de frutas y verduras, era necesario acudir a los domicilios de las personas para tener información directa y confiable.
- Descriptiva debido a que se representa a detalle que es lo que hacen con los desechos de frutas-verduras y con qué frecuencia las consumen.
- Explicativa porque se expone al por menor lo que sucede con la problemática.
- Cuantitativa ya que se representan de manera gráfica los datos en el apartado de resultados.

##### **3.2 Población y muestra**

###### **3.2.1 Población**

La población a estudiar se encuentra ubicada en la comunidad de la comunidad de la 4ta. Sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala, en el año 2018 y se obtienen los siguientes datos: viven 1650 personas en 390 casa habitación, se contabilizan 81 personas por kilómetro cuadrado con una edad promedio de 26 años (MDMIC, 2020).

### 3.2.2 Muestra

Para el cálculo de la muestra, se aplica la fórmula de población finita, con un nivel de confianza de 0.674 en Z obteniendo un tamaño de la muestra de 113 personas de la comunidad antes mencionada.

### 3.3 Elaboración del instrumento de medición

Se elaboró el instrumento de medición (encuesta), el cual está compuesto por 10 preguntas. Su estructura es:

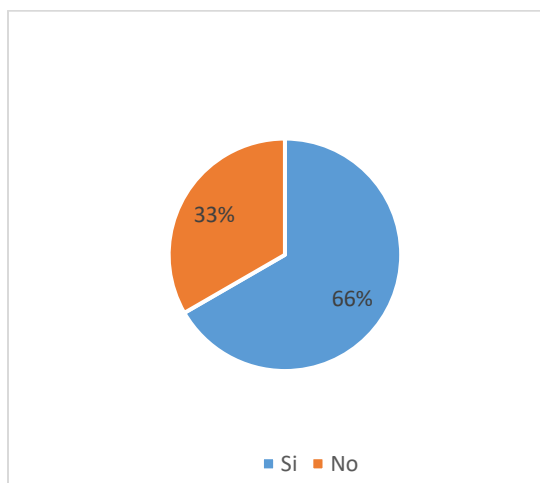
- 2 preguntas abiertas
- 8 preguntas filtro
- Su objetivo fue descubrir cuántos hogares de la cuarta sección de Tetla, reciclan los residuos de Frutas y Verduras.

### 3.4 Recolección de datos

Para obtener un conocimiento certero de cuál es el destino que las personas le dan a sus residuos de frutas y verduras de la población a estudiar, se realizó una investigación de campo a través del instrumento de medición que se indicó con anterioridad. Nos dimos a la tarea de dividirnos en 4 equipos de dos personas, los domicilios visitados se seleccionaron de manera consecutiva y fueron 113 desde donde inicia la comunidad de la 4ta. Sección del municipio de Tetla de la Solidaridad del Estado de Tlaxcala, se estableció una política de entrevistar a un integrante de familia (mayor de edad) por cada domicilio, se elaboró un discurso corto indicándoles el objetivo y propósito de la investigación, solicitándoles de la manera más atenta su colaboración.

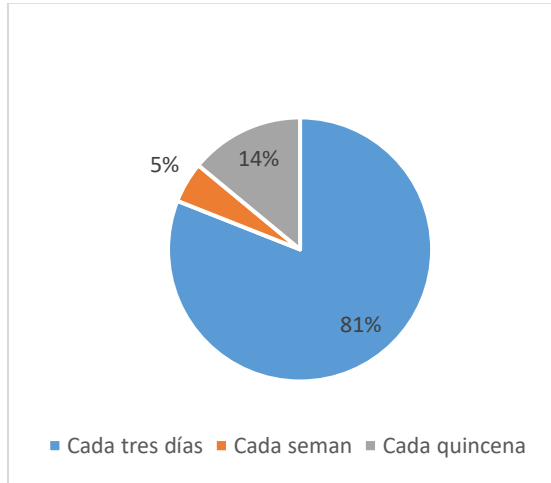
## 4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta:



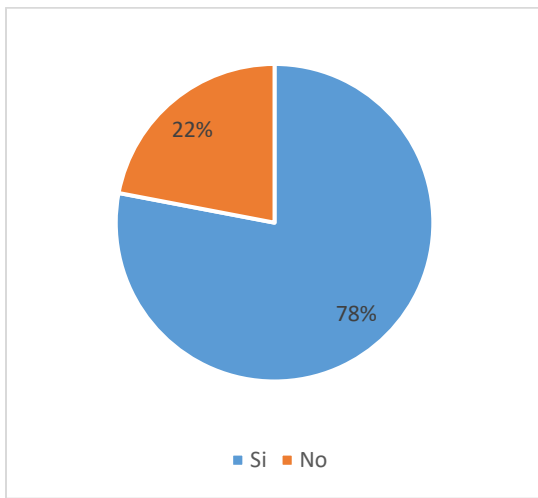
**Figura 1.** ¿Come frutas y verduras?

En la figura 1, se observa que el 66% de la muestra come frutas y verduras y el 33% no lo consumen.



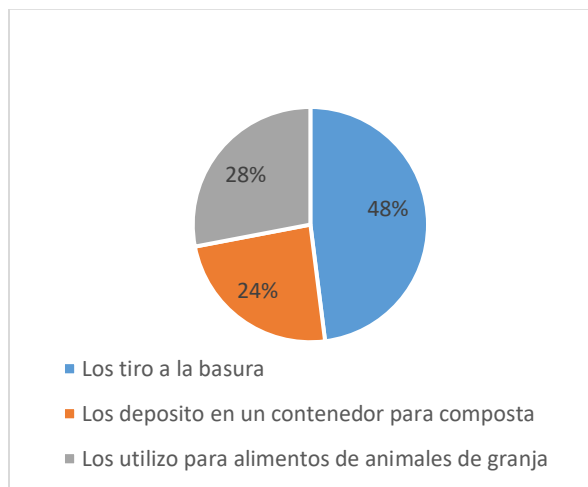
**Figura 2.** ¿Con qué frecuencia compra frutas y verduras?

En la figura 2, se observa que el 81% compra frutas y verduras cada 3 días, el 14% compra cada quincena y el 5% las compran cada semana.



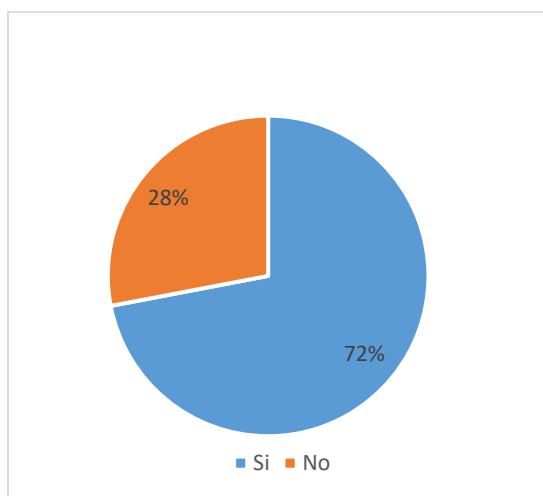
**Figura 3.** ¿Conoces los beneficios de reutilizar los residuos de frutas y verduras?

En la figura 3, se observa que el 78% conoce los beneficios de reutilizar los residuos de frutas y verduras y el 22% los desconocen.



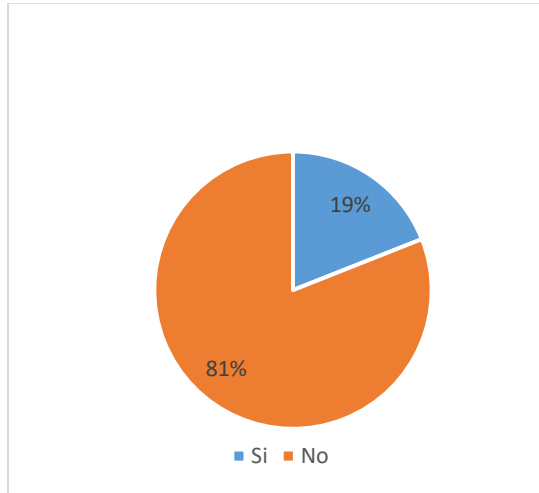
**Figura 4.** ¿Qué haces con los desechos de frutas y verduras?

En la figura 4, se observa que el 48% los tira a la basura, el 28% los utiliza como alimento para los animales de granja y el 24% los deposita en un contenedor para composta.



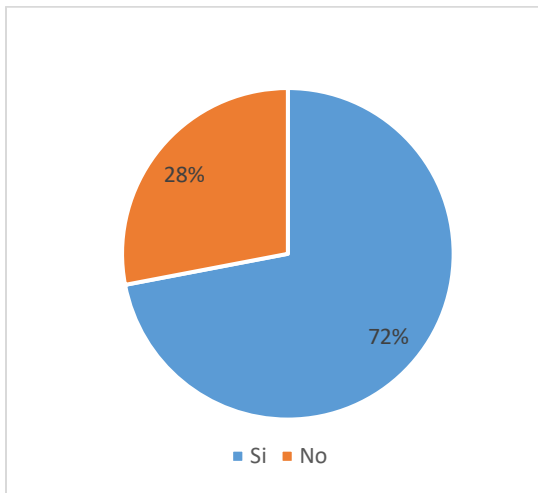
**Figura 5.** ¿Tienes contenedor específico para estos residuos?

En la figura 5, se observa que el 72% tienen contenedor específico para los residuos de frutas y verduras y el 28% no tiene un contenedor para dichos residuos.



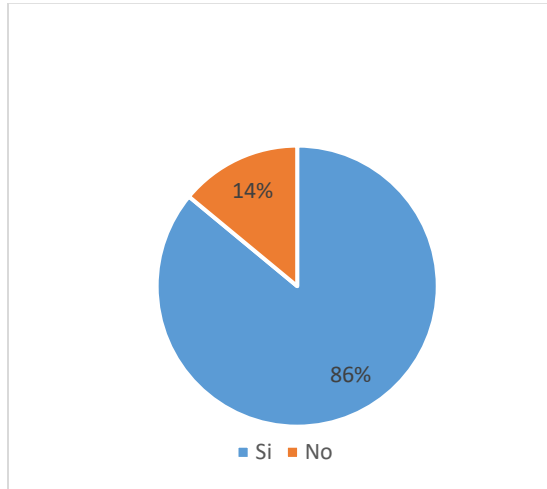
**Figura 6.** ¿Consideras que los residuos pueden ser dañinos para las personas, sino se reciclan?

En la figura 6, se observa que el 81% de las personas desconocen que los residuos de las frutas y verduras son dañinos sino se reciclan y el 19% opinan lo contrario.



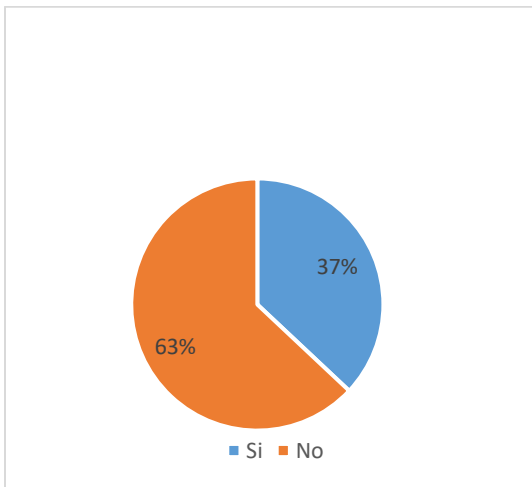
**Figura 7.** ¿Sabes que es una composta?

En la figura 7, se observa que el 72% de las personas saben qué es una composta y el 28% desconocen.



**Figura 8.** ¿Conoces la importancia de separar la basura para el cuidado del medio ambiente?

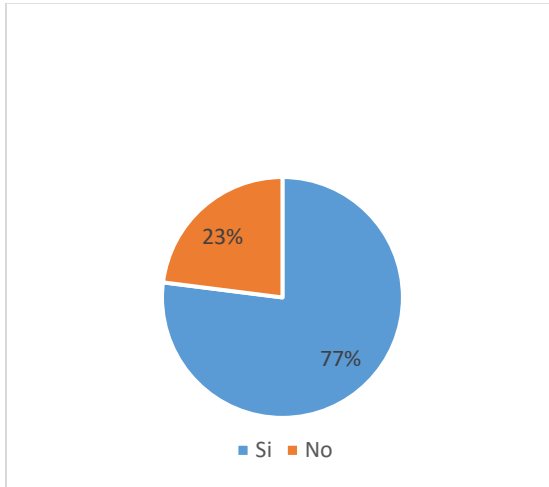
En la figura 8, se observa que el 86% de las personas conocen la importancia de separar la basura para cuidar el medio ambiente y el 14% no conocen esa información.



**Figura 9.** ¿Aparte de la composta conoces otros métodos para reciclar desperdicios de frutas y verduras?

En la figura 9, se observa que el 63% de las personas contestaron que no conocen otros métodos para reciclar los desperdicios de frutas y verduras y el 37% si conocen otros métodos.





**Figura 10.** ¿Sabías que, con la composta hecha de residuos orgánicos, se puede evitar el uso de fertilizantes?

La figura 10 refleja que el 77% de las personas conocen que, con la composta hecha de residuos orgánicos, se puede evitar el uso de fertilizantes y el 23% desconocen esa información.

## 5. Conclusiones.

Derivado del análisis que se hizo anteriormente se concluye lo siguiente:

Como se observa en los datos de la aplicación de la encuesta la mayoría de las personas entrevistadas (48%) tira sus desechos de frutas y verduras a la basura común, lo que indica que existe una gran área de oportunidad para poder trabajar en la realización de alguna campaña de concientización sobre el re uso de estos residuos en compostas para cultivo obteniendo con esto alimentos de calidad. De acuerdo al estudio de campo realizado en la 4ta Sección de Tetla de la Solidaridad se sabe que el 72% de las personas tienen conocimiento de lo que es composta y está consciente de los beneficios que generan los residuos de frutas y verduras, mientras que el 48% de las personas siguen tirando estos residuos a la basura.

Con esta investigación se muestra la situación actual en relación con la disposición final de los residuos de frutas y verduras, donde el 72% de las personas manifiesta contar con un recipiente especial para estos residuos, mismo porcentaje que sabe que es una composta. Esto permitirá el diseño de un programa de capacitación para elaboración de composta, enseñando a los pobladores su aplicación y los beneficios que esta tiene al incorporarla a sus plantas o cultivos, así como también podrán donar esos desechos si no la utilizan, haciendo de estos un hábito tanto de separar los residuos orgánicos como de realizar composta. Al poner en práctica la generación de dicha composta se pretende una disminución de residuos de frutas y verduras que se tiran a la basura y así aprovechar los nutrientes que estos generan para una mejor calidad de los alimentos que se cultiven.

El instrumento permite conocer cuáles son los hábitos que tienen las personas de la comunidad estudiada, primero con relación a sus costumbres de consumos de frutas y verduras, también permite estar al tanto sobre que hacen con esos desechos y por último este estudio servirá como base para una posterior propuesta de diseño de composta y un programa de capacitación para la elaboración de la misma.

## Referencias

Aviles, M. (25 de Abril de 2019). México: el país donde se desperdician millones de toneladas de comida al año, pero hay alarmantes índices de desnutrición. *infobae*.

- Benítez, R. (2020). *Las cifras del desperdicio de comida*. Obtenido de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>
- Hui, Y., Liao, W., Su, F., & Hu, G. (2006). *Redalyc*. Obtenido de Urban solid waste management in Chongqing: Challenges and opportunities.: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Maldonado, J. M. (2009). *Redalyc* . Obtenido de Ciudades y contaminación ambiental : <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121015710002.pdf>
- MDMIC. (2020). *Market Data México Inteligencia Comercial*. Obtenido de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Chiautzingo-4ta-Secc-Tetla-la-Solidaridad-Tlaxcala>
- Nieto, A. G., Murillo, B. A., Troyo, E. D., Larrinaga, J. A., & García, J. L. (2002). El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L) en zonas áridas.
- Ochoa, O. (2009). *Redalyc* . Obtenido de Recolección y disposición final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolívar.: <http://www.cianz.org.ve>
- Ponte, C. (2008). Manejo Integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. *Instituto Pedagógico de Caracas. Revista de Investigación* 63, 173-200.
- Riancho, M. R., & Borges, E. R. (2002). *Redalyc* . Obtenido de Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46760305.pdf>
- Saéz, A., Urdaneta, G., & Joheni, A. (2014). *Redalyc* . Obtenido de Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

# Degradación química de polietilen tereftalato (PET)

**Verónica Romero Montiel\*<sup>1</sup>, Angélica Moreno Garibaldi\*\*<sup>1</sup>, Mónica Pedroza Ramírez\*\*<sup>1</sup>, Rubén Trejo Lozano\*\*<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería en Materiales, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Predio Cristo Rey Ex Hacienda de Xalostoc S/N Km. 16.8. Carretera Federal Apizaco- Tlaxco, C. P. 90271, Tlaxcala, México.

## Resumen

El uso de productos plásticos ha conducido a una vida más placentera y confortable, en este contexto, el polietilen tereftalato es un termoplástico ampliamente utilizado, su consumo global se calcula en 12 millones de toneladas con un crecimiento anual del 6%. El problema ambiental no es el consumo, más bien en que tan solo el 20% del total se recicla, el resto se dispone en rellenos sanitarios.

En este artículo se presenta un método atractivo para degradar PET a nivel laboratorio, mediante el uso de etilenglicol (EG) y acetato de zinc, la despolimerización tardó entre 2 a 3 horas dependiendo de las condiciones y cantidades utilizadas, la mejor degradación se logró con 5gr de PET, 15 ml de EG y 0.005 gr de  $ZnC_4H_6O_4$  a una temperatura de 192°C, en un tiempo de 2 horas. El producto obtenido son cristales de Bis-Hidroxi Etilen Tereftalato, estos se sometieron a análisis termogravimétricos.

**Palabras Clave:** Degradación, glicolisis, termoplástico, termoestable, polimerización.

## Abstract

Here write the abstract, please no modify any pre-setting in the manuscript/style file such as font size, margins, and other formats. The abstract, concisely summarizes the reported study and results own. Don't put references.

**Keywords:** Please provide about four to six verbal keywords for your manuscript.

## Introducción.

Los problemas de contaminación de desechos que se generan anualmente en el mundo han llevado a cambios drásticos del medio ambiente, al efecto invernadero, a la disminución de la capa de ozono, al deshielo de glaciales, entre otros. Para el 2018 la Organización de las Naciones Unidas,

\* <sup>1</sup> Autor corresponsal e-mail: verorom25@gmail.com, Teléfono: 2411155405.

ONU, propuso el lema “Un planeta sin contaminación de plásticos” donde se incentivó, a los países a disminuir el uso excesivo de plásticos de un solo uso (INEGI, 2018). En México se producen 300 millones de toneladas de plástico al año (Santillán, 2018) y se estima que en 2020 el ritmo de producción aumente un 900% con respecto a 1980, es decir, más de 500 millones de toneladas anuales (Greenpeace, 2017). En este contexto, el polietileno tereftalato (PET) es ampliamente utilizado en forma de películas y botellas como material de embalaje en la industria alimentaria y marítima (Das & Tiwari, 2019), debido a su transparencia y alta resistencia (Herrera & Estrada, 2012); la mayoría de estos productos de PET son mecánicamente reciclables y pueden volver a su forma pura, debido a su naturaleza termoplástica, no obstante, el reciclado no es útil directamente para alimentos, por motivos de higiene (Das & Tiwari, 2019).

Con el fin de identificar soluciones para el manejo y reincorporación de materiales poliméricos que no se están aprovechando existen diferentes alternativas de reciclado, entre ellos, los tratamientos térmicos, mecánicos y químicos. Los tratamientos químicos se basan en la degradación o despolimerización del polímero para obtener los monómeros de partida o derivados (Putisompon, Yunita, Handoyo Sugiyarto, & Somsook, 2019), los más comunes son: hidrólisis, metanolisis, glicólisis, aminólisis y oxidación. De estos procesos se estima que la degradación del PET por hidrólisis en un intervalo de temperatura de 100 °C hasta 120 °C es 5 000 veces más rápido que el proceso de degradación por oxidación, y 10 000 veces más rápido que el proceso de degradación térmica (Ramírez, Navarro, & Conde Acevedo, 2010), sin embargo, como producto se obtiene ácido tereftalato, que causa problemas de contaminación y corrosión (Herrera & Estrada, 2012).

La glicólisis es un tratamiento atractivo, que consiste en una reacción de transesterificación para degradar PET al romper los enlaces éster del polímero y la formación de enlaces éster con un glicol (etilenglicol, di-etilenglicol, propilenglicol, di-propilenglicol y 1,4 butadienol) en exceso y así involucrar la inserción de un diol en la cadena del PET para producir bis-hidroxi etileno tereftalato (BHET) y otros oligómeros (PET glicosilado), tales productos se utilizan como materia prima de mucho valor en la preparación de resinas insaturadas de poliéster, poliuretanos (especialmente espumas rígidas) y polibuteno tereftalato PBT (Zamudio Lara & Cuervo Laurian, 2013).

En los últimos años se ha estudiado glicólisis de PET post-consumo, obtenido de botellas de agua purificada, los trabajos previos muestran que el incremento en la temperatura y el tiempo de reacción pueden ayudar a aumentar la despolimerización del PET (Goje & Mishra , 2003), Goje, (2005) reporto que conforme el tamaño de partícula del PET disminuye, la conversión de la reacción se incrementa. Posteriormente Herrera & Estrada, (2012) realizaron reacción de despolimerización a la temperatura de ebullición del glicol (197°C) en presencia de acetatos metálicos como catalizadores y un exceso de diferentes glicoles, también la misma reacción en ausencia de catalizadores y analizaron el efecto del pigmento de la botella, al final, concluyeron que el pigmento no tuvo influencia sobre la reacción de despolimerización de PET post-consumo; el rendimiento de BHET utilizando propilenglicol y etilenglicol fue muy diferente, 7 y 82%, respectivamente y con el dietilenglicol no hubo reacción, por lo cual concluyeron que la reactividad depende de la estructura del glicol y de la concentración del mismo. Zamudio Lara & Cuervo Laurian (2013) comprobaron que la reacción de glicólisis catalizada con acetato de zinc y utilizando etilenglicol como solvente, es mejor en comparación con otros métodos de reciclaje del PET, ya que no se necesita utilizar una presión diferente a la atmosférica. Por otra parte, Putisompon, Yunita, Handoyo Sugiyarto, & Somsook, en 2019 realizaron un analisis de despolimerización con catalizadores naturales en comparación con acetato de zinc, ya que trabajos previos demostraron que éste tiene mayor actividad catalitica con respecto a otros metales.

De acuerdo a trabajos previos demuestran que el glicol más empleado es etilenglicol, el tratamiento no es costoso, sin embargo, se deben encontrar las condiciones para efectuar tal tratamiento, por lo tanto, el objetivo principal del trabajo es realizar la despolimerización en el laboratorio del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, encontrar las condiciones de operación, las mejores relaciones del PET/catalizador/producto y establecer una metodología fácil para la purificación del BHET obtenido.

### **Desarrollo experimental**

Todos los reactivos se utilizaron del laboratorio del instituto. El PET post-consumo se colectó de diferentes fuentes, principalmente de botellas de agua purificada, buscando botellas libres de pigmentos, estas se trituraron para poder tener escamas y se procedió a la reacción de glicólisis. De

manera general, los pasos efectuados se resumen en la Figura 1, y en las siguientes secciones se describen detalladamente cada etapa.



Figura 1. Esquema general del procedimiento efectuado

### Selección y obtención de escamas de PET

Se seleccionaron las botellas de PET (código de identificación PET=1), buscando que fueran del mismo color, se lavaron y limpiaron; se desprenden las tapas, etiquetas y los cuellos de las botellas. Posteriormente se trituraron en el molino de plástico para obtener escamas (también conocidas como hojuelas o scraps de PET), el tamaño de estas va a depender de la criba del molino, se ha encontrado que entre más pequeña la hojuela favorece la reacción de despolimerización. Se procedió a la etapa de lavado, el cual consiste en colocar las hojuelas en un vaso de precipitado con agua y una solución 1 molar de NaOH a temperatura ambiente, se agito constantemente durante 2 horas para eliminar sustancias o contaminantes que pudieran estar adheridos en la botella; una vez concluido el tiempo, se lavó con agua destilada tres o cuatro veces para eliminar el NaOH restante. Finalmente, las hojuelas se secaron a una temperatura de 80°C durante 1 hora.

### Reacción de despolimerización

Se agregaron las escamas de PET en un matraz de fondo redondo de 100cm<sup>3</sup>, seguido por el catalizador (acetato de zinc, AcZn), posteriormente se añadieron los mililitros de etilenglicol (EG), en la tabla 1, se muestran las cantidades del polímero, etilenglicol y catalizador empleados. El matraz de fondo redondo se ajustó a reflujo, con agitación constante para alcanzar una temperatura de



192°C que es la temperatura de ebullición del solvente. La reacción se efectuó durante 2 a 3 horas, hasta que se obtiene una solución lechosa en el matraz. Una vez complementada la reacción, se agregó al matraz 500 ml de agua hirviendo para extracción de BHET, a continuación, el producto se colocó en un baño de hielo durante 12 hrs (tal como se observa en la Figura 2a) para detener la reacción. Se prosigue con la filtración de la solución obtenida, Figura 2b, el residuo contenido en el papel filtro contiene catalizador y PET sin reaccionar. El líquido filtrado se pone en un cristizador, y se realiza un posterior filtrado para poder obtener el BHET sólido como se aprecia en la Figura 2c.

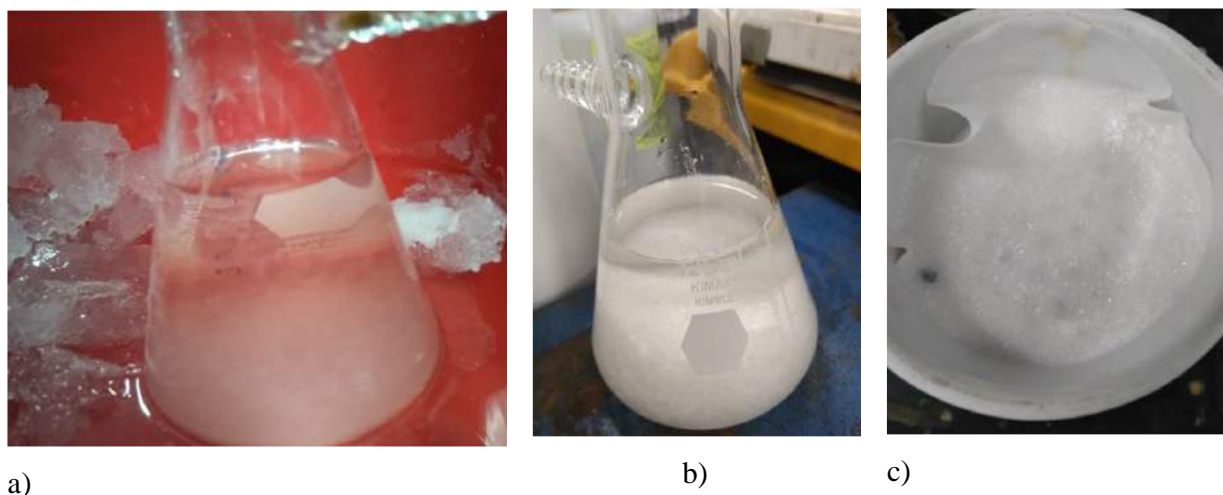


Figura 2. Esquemas de la reacción de despolimerización a) Baño de hielo para detener la reacción; b) Solución que contiene BHET obtenido, catalizador y PET sin reaccionar; c) BHET obtenido

Tabla 1. Relaciones de PET: EG y catalizador

Relación PET:EG	Cantidad de PET (gr)	Cantidad de etilenglicol (ml)	Cantidad de catalizador (gr)
1:4	5	15	0.005
1:6	9	45	0.009
1:15	1	15	0.001

## Resultados y discusión

Se llevo a cabo la degradación del PET post-consumo mediante el método químico de glicolisis, variando las cantidades del termoplástico, del etilenglicol (EG) y del acetato de zinc ( $ZnC_4H_6O_4$ )

que funciona como catalizador, en la Figura 3 se muestra la reacción efectuada, donde se puede observar que el producto de la despolimerización es BHET.

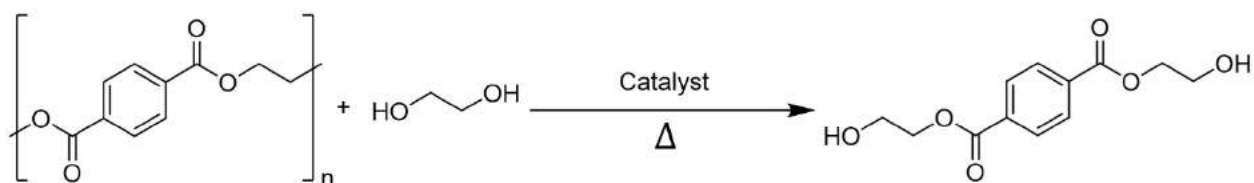


Figura 3 Reacción de despolimerización del PET mediante glicolisis (Putisompon, Yunita, Handoyo Sugiyarto, & Somsook, 2019)

El producto obtenido, tenía un aspecto viscoso y líquido, debido a que todavía estaba mezclada con agua, para eliminar ese exceso de agua se dejó secar por 1 hora a 80 °C, el BHET seco se observa en la Figura 4.

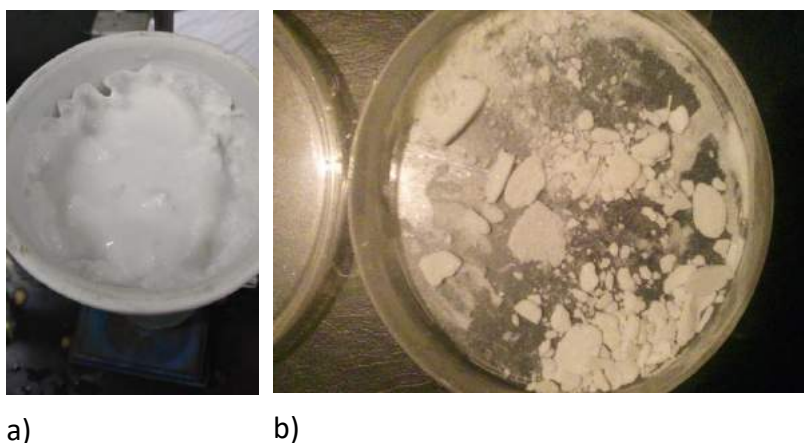


Figura 4. BHET obtenido del proceso de despolimerización de PHET. a) húmedo; b) seco

De todas las despolimerizaciones efectuadas, se encontró el menor tiempo de reacción, igual a 2 horas, con la relación Polietilen Tereftalato/ etilenglicol 1:4 y 0.005gr de catalizador, en este caso acetato de zinc. De esta muestra se realizó el análisis termogravimétrico para corroborar si efectivamente se logro despolimerizar las muestras.

La resina fue sometida a un análisis termogravimétrico TGA-DSC (SDT-Q600 TA Instruments), partiendo de la temperatura ambiente hasta alcanzar 800°C a una velocidad de calentamiento de 20°C/min. En una atmosfera inerte con un flujo de N<sub>2</sub>, tal como lo describe Lima , Monteiro, Ligabue , & Santana (2017). En la figura 5, se muestra el termograma obtenido.

El resultado del TGA (línea verde) se puede observar una pérdida de peso de alrededor del 15% a una temperatura entre 80 a 100°C que la podemos asociar con humedad en la muestra. Después apreciamos una segunda caída entre 150 y 300°C asociada a la degradación térmica del BHET. Y por último se aprecia una tercera caída que inicia aproximadamente a 400°C y finaliza a 450°C que es asociada a la degradación del PET, tal como lo reporta Lima , Monteiro, Ligabue , & Santana, (2017).

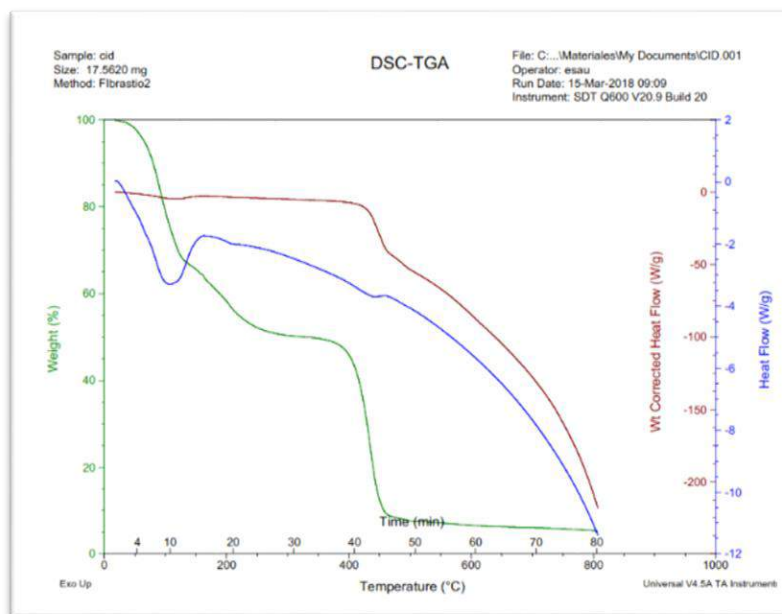


Figura 5 Grafica obtenida del análisis termogravimétrico.

La Figura 5, también muestra la termograma de DSC del producto de la despolimerización del PET (línea azul); se puede observar una endoterma alrededor de los 115°C que corresponde al proceso de fusión del BHET, como es visible no se observa ninguna otra transición térmica que sugiera la presencia de otra especie. Los resultados anteriores sugieren que el proceso de purificación empleando separó efectivamente el BHET, tal como fue reportado por Herrera & Estrada, (2012).

## Conclusión

A través de este trabajo se presentó información importante para poder realizar el proceso de despolimerización del PET post-consumo, de tal manera que pueda ser reutilizado en la elaboración de otros productos y con esto reducir la cantidad de contaminación generada.

La despolimerización mediante vía glicolisis se efectuó de manera satisfactoria, encontrando el menor tiempo de reacción, en 2 horas, correspondiente a la relación Polietilen Tereftalato/etilenglicol 1:4, con una cantidad de 0.005gr de acetato de zinc, tal reacción se efectuó a presión atmosférica y condiciones fáciles de controlar en comparación con otros métodos.

De los análisis termogravimétricos, se puede concluir que efectivamente se realizó una degradación de PET y que el proceso de purificación empleando separó efectivamente el BHET. El análisis de diferentes catalizadores o tipo de reacción de despolimerización no se realizó en este trabajo, por lo que se deja para futuras investigaciones.

## Referencias

- Goje, A. (2005). Recycling of Waste Poly(Ethylene Terephthalate) with Naphthalene and Neutral Water. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 1631-1643.
- Das, P., & Tiwari, P. (2019). Thermal degradation study of waste polyethylene terephthalate (PET) under inert and oxidative environments. *Thermochimica Acta*, 178340.
- German, D. C. (Junio de 2013). Instituto Politecnico Nacional . Obtenido de IPN : file:///C:/Users/52241/Documents/25-1-16618.pdf
- Goje , A., & Mishra , S. (2003). Chemical Kinetics, Simulation, and Thermodynamics of Glycolytic Depolymerization of Poly(ethylene terephthalate) Waste with Catalyst Optimization for Recycling of Value Added Monomeric Products. *Macromolecular materials and engineering*, 288-326.
- Greenpeace. (2017). Plásticos en los océanos, Datos comparativas e impactos . Greenpeace, 3-7.
- Herrera , R., & Estrada , M. (2012). Depolimerización de botellas de poli(tereftalato de etileno) (pet) post – consumo mediante glicólisis. i. efecto del catalizador y del tipo de glicol. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 117.129.
- INEGI. (2018). Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente. . México: : Instituto Nacional de Estadística y geografía.
- Lima , G., Monteiro, W., Ligabue , R., & Santana, R. (2017). Titanate Nanotubes as New Nanostructured Catalyst for Depolymerization of PET by Glycolysis Reaction. *Materials Research*, 588-595.
- Putisompon, S., Yunita, I., Handoyo Sugiyarto, K., & Somsook, E. (2019). Low-Cost Catalyst for Glycolysis of Polyethylene Terephthalate (PET). *Key Engineering Materials*, 225-230.
- Ramírez, A., Navarro, L., & Conde Acevedo, J. (2010). Degradación química d epolietilen tereftalato . *Revista Colombiana de Química*, 321-331.
- Santillán, M. (2018). Una vida de plásticos. *Ciencia UNAM*, 1-5.
- Zamudio Lara, K., & Cuervo Laurian, L. (2013). Obtención del bis-hidroxi Etilen Tereftalato (BHET) por el método de glicolisis a partir del PET Post-Consumo grado botella. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.



# ITST INAUGURA SUS ACTIVIDADES DEL 17 ANIVERSARIO.

El pasado 04 de noviembre del 2021, el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco cumplió 17 años de servicio. Iniciando actividades culturales, deportivas y pedagógicas con la finalidad de incidir en todos los ámbitos de la formación profesional y humana de la comunidad estudiantil.



En este magno evento, se contó con la presencia de diversos conferencistas, bandas de música, grupos de danza y actividades deportivas, como la tradicional carrera Conciencia Edición 2021, encuentros deportivos de futbol y basquetbol.



En el primer día de actividades, el licenciado Blas Marvin Mora Olvera, director general del ITST, dio inicio al acto protocolario de inauguración, el cual se realizó bajo el programa ya marcado.





## SE LLEVA A CABO CONCURSO DE OFRENDAS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TLAXCO

El día de hoy, 01 de noviembre del 2021, como cada año, los estudiantes de los 5 programas educativos de esta institución llevaron a cabo el tradicional concurso de ofrendas con motivo de la fiesta tradicional del día de muertos, que se celebra año con año, pero esta ocasión, abordando temas referentes a la ciencia y tecnología que desarrollan en cada una de sus ingenierías.



Cabe mencionar que el jurado calificador estuvo presidido por el Director General del Instituto, Licenciado Blas Marvin Mora Olvera, así como por el Subdirector de Servicios Administrativos, Licenciado Alexis Flores Aguilar, acompañados por personal de la presidencia del municipio de Tlaxco: Licenciado Armando Flores López, Presidente Municipal de Tlaxco, Licenciada Concepción Sosa Rodríguez, Coordinadora de Cultura y el Licenciado Gilberto García Hernández, cronista municipal de Tlaxco, quienes emitieron su voto de forma unánime a la ofrenda presentada por las Ingenierías en

Química y Materiales, quienes trabajaron en conjunto, obteniendo el primer lugar en este concurso, cuyo premio consistió en una visita industrial.



Resaltar que la realización de estos eventos sirve para crear un ambiente de confianza y colaboración entre los docentes y estudiantes, permitiendo una convivencia sana de respeto y cordialidad.







## SEDECO REALIZA ENTREGA DE EQUIPO "INDUSTRIA 4.0" AL ITST.

El pasado jueves 28 de octubre, personal de la Secretaría de Desarrollo Económico de Tlaxcala (SEDECO), realizó entrega e instalación del laboratorio "Industria 4.0", el cual fue recibido en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, por el Licenciado **Blas Marvín Mora Olvera**, Director General del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco (ITST), así como por el Ingeniero **José Luis Fomperosa Sosa**, Subdirector Académico de la misma Institución, en cumplimiento al convenio de donación realizado el día 27 de octubre en las oficinas de la Dependencia Estatal en Tlaxcala capital.



Con ello, concluye el acondicionamiento del área asignada para actividades tecnológicas de los estudiantes y docentes.

Este beneficio se logró, gracias al apoyo del Gobierno del Estado de Tlaxcala representado por la Licenciada Lorena Cuellar Cisneros, alcanzando con ello una nueva historia en Tlaxcala.



