Revista Capital Intelectual
Ciencia Tecnología Sociedad

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

POTOSÍ PARA LOS POTOSINOS
GOBIERNO DEL ESTADO 2021-2027

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN LUIS POTOSÍ, CAPITAL

ANÁLISIS COMERCIAL Y ESTRATÉGICO, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA ARTESANAL CON FRUTA DE TEMPORADA

APLICACIÓN DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTOS DE LA CIUDAD DE GUASAVE, SINALOA

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA VENTA DE ALIMENTOS DENTRO DEL ITSSLPC

COMPETITIVIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL: UN ENFOQUE SUSTENTABLE EN LOS TALLERES DE ARTESANÍAS EN YUCATÁN

DISEÑO DE PLANTA EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

PRUEBA EXPLORATORIA DE UN BIOFILTRO PROVISTO DE FOTOCALIZADOR SOLAR PARA EL TRATAMIENTO

USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA EL RIEGO DOMÉSTICO

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN CNC DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEDIO DE DOE.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA EL ÁREA DE HIDROTERAPIA EN UN CENTRO DE REHABILITACIÓN Y EDUCACIÓN ESPECIAL

Imagen de portada
Autor: Contributor

Año: 9 Numero: 28 ISSN:2007-9893

Revista CAPITAL Intelectual
Ciencia Tecnología Sociedad

Directorio

Dr. Ramón Jiménez López
Director General Tecnológico Nacional de México

MC. Manuel Chávez Sáenz
Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Lic. Juan Carlos Torres Cedillo
Secretario de Educación del Gobierno del Estado de San Luis Potosí

Lic. Juan Antonio Alvarado Martínez
Director de Educación Media Superior y Superior De la SEGE

Mtra. Laura Luz García Lumbreras
Directora General del ITSSLP,C

Consejo editorial

Mtra. Adela Marisol Sierra Guerrero.
Encargada de la Dirección Académica del ITSSLP,C

Dra. Lya Adlih Oros Méndez
Subdirectora Académica

Lic. Yoceline Hernández Rodríguez
Subdirectora de Vinculación

Lic. Erik Cerecero Sánchez
Encargado de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación

M.A.D.I. Selene Yuridia Ramos Candia
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Editor

Lic. Erik Cerecero Sánchez
Subdirector de Estudios de Posgrado e Investigación

M.A.D.I. Selene Yuridia Ramos Candia
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

REVISTA CAPITAL INTELECTUAL, Año 9 No. No, 28; Septiembre - Diciembre 2023, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Carretera 57 México – Piedras Negras Km. 189+100 Tramo Querétaro – San Luis Potosí No. 6501 Delegación Municipal de Villa de Pozos, San Luis Potosí, C.P. 78421 Tel. 01 444 804 12 20 www.tecsuperiorslp.edu.mx; revista.capital.intelectual@gmail.com; Editor responsable: Lic. Erik Cerecero Sánchez, Encargado de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-073119354200-102, ISSN: 2007-9893, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Responsable de la última actualización de este número, Lic. Yoceline Hernández Rodríguez. Subdirectora de Vinculación del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Su objetivo principal es difundir el quehacer académico (investigación y docencia) del personal adscrito al ITSSLP, así como del personal del Tecnológico Nacional de México y otras Instituciones de Educación Superior Nacionales y Extranjeras.
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Todo artículo publicado es responsabilidad de los autores.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

INDICE

ANÁLISIS COMERCIAL Y ESTRATÉGICO, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA ARTESANAL CON FRUTA DE TEMPORADA 4
Dr. Luis Antonio Pereda Jiménez, Magdalena Romero Olivier, Luis Gregorio Romero Montiel, Julio Antonio Correa

Galicia, Esmeralda Castillo Rosales

APLICACIÓN DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTOS DE LA CIUDAD DE GUASAVE, SINALOA 14
Xóchitl Patricia Flores Gutiérrez, Yuridia Belén Cota Pardini, Raúl Loredo Medina, Isaac López Gaxiola

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA VENTA DE ALIMENTOS DENTRO DEL ITSSLPC 22
Rocha González Genaro, Palmarez Torres Guadalupe de Jesús, Juárez Bernal Danira Liliana, Hernández Eufracio Edith Abigail, Tapia Chávez Jorge Edgar, Flores Cedillo Maria Lisseth

COMPETITIVIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL: UN ENFOQUE SUSTENTABLE EN LOS TALLERES DE ARTESANÍAS EN YUCATÁN 28
Irazú Guadalupe Baeza Cornel, Hermila Andrea Ulibarri Benítez, Andrés Miguel Pereyra Chan, Mayanin Asunción Sosa Alcaraz

DISEÑO DE PLANTA EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL 36
Víctor Samuel Vilchis Bravo, Martín Oliva Rangel, Jesús Eduardo Villagómez Orozco, Agustín Escamilla Martínez

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA 42
Escamilla Martínez, A.; Sánchez Jiménez, J. C.; Tovar Estrada.

PRUEBA EXPLORATORIA DE UN BIOFILTRO PROVISTO DE FOTOCALIZADOR SOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES 48
Escamilla Martínez, A.; González Sánchez, A.

USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA EL RIEGO DOMÉSTICO 54
Pérez-Medina, Zaira Margarita; Ibáñez-Medina, Valeria Guadalupe; Martínez-Lara, Itzel Estefanía, Narváez-Lara, Heather Samantha; Gámez Vázquez Martha Paola, Badillo Martínez Josué Eduardo, Ávalos Gutiérrez Brian David, Flores Cedillo María Lisseth, Hulda Zulema del Ángel López.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN CNC DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEDIO DE DOE. 60
M.I. Rubén Loredo Limón, Luis Gerardo Robledo Arredondo, M.I. José Álvaro Vázquez Rivera, M.I. Gabriela Rangel Ramirez

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA EL ÁREA DE HIDROTERAPIA EN UN CENTRO DE REHABILITACIÓN Y EDUCACIÓN ESPECIAL 67
Marco Zaragoza López, Ma. de la Luz Morales Barbosa, Adela Marisol Sierra Guerrero, Maria Lisseth Flores Cedillo,

ANÁLISIS COMERCIAL Y ESTRATÉGICO, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA ARTESANAL CON FRUTA DE TEMPORADA

1Dr. Luis Antonio Pereda Jiménez, 2Magdalena Romero Olivier,3Luis Gregorio Romero Montiel, 4Julio Antonio Correa Galicia, 5Esmeralda Castillo Rosales

1Profesor de la Carrera de Ingeniería Industrial

2,3,4,5Alumnos de la Carrera de Ingeniería Industrial

prof_luisantonioperedaj@ajalpan.tecnm.mx, magda_1999@live.com.mx, 18110008@ajalpan.tecnm.mx, julioacg@outlook.com, 18110007@ajalpan.tecnm.mx

TecNM/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra de Ajalpan

Abstract

This research analyzes the viability of the production of artisanal jam with seasonal fruit and its regional economic impact. The main objective is to carry out a commercial and strategic analysis of artisanal jam with seasonal fruit. The research is qualitative and uses a type of descriptive research in order to interpret the results obtained. A data collection instrument is proposed to determine the viability of the product, which are rated with a three-point Likert scale, applicable to potential male and female consumers in the region. Relevant theoretical points are broken down that help the analysis regarding the viability of the product; A SWOT analysis, Marketing Analysis, Quicklook Methodology, Porter's 5 Forces, Pestel Analysis and CANVAS Canvas were carried out; Finally, the people who make the product are students, children of farmers and producers of seasonal fruit.

Keywords: Feasibility, jam, craft, analysis, SWOT, marketing, methodology, quicklook, porter, pestel, CANVAS.

Resumen

La presente investigación hace un análisis sobre la viabilidad de la producción de mermelada artesanal con fruta de temporada y su impacto económico regional, el objetivo principal es realizar un análisis comercial y estratégico sobre la mermelada artesanal con fruta de temporada. La investigación es cualitativa emplea un tipo de investigación descriptiva con la finalidad de interpretar los resultados obtenidos. Se propone un instrumento de recolección de datos para conocer la viabilidad del producto, mismas que se califican con una escala Likert de tres puntos, aplicable a consumidores potenciales hombres y mujeres de la región. Se desglosan puntos teóricos relevantes que ayudan al análisis en cuanto a la viabilidad del producto; se realizó un análisis FODA, el Análisis de Marketing, la Metodología Quicklook, las 5 Fuerzas de Porter, Análisis Pestel y el Lienzo CANVAS; por último, las personas que elaboran el producto son estudiantes hijos de agricultores y productores de la fruta de temporada.

Palabras clave: artesanal, análisis, mermelada, FODA, metodología Quicklook, Porter, PESTEL, CANVAS.

Introducción

El sabor dulce ha sido considerado una delicia por cualquier cultura, no sólo en la actualidad sino desde época antigua, ligado casi siempre al placer de comer, por ello, se ha ido transformado estos alimentos que son postres de todo tipo a través del tiempo. La mermelada es un claro ejemplo, un concentrado de fruta cocido en azúcar que había sido elaborado en la época de los griegos, quienes solían utilizar ingredientes para así cocerlos con miel.

En la cultura mexicana, las distintas frutas hace ya varias décadas que se han vuelto un producto esencial en la alimentación, sobre todo la común mente relacionada con los desayunos, acompañado de pan tostado o galletas. Se define mermeladas de frutas como un producto de consistencia única, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto. Sin embrago, este producto es artesanal y sin conservadores, con proporciones superiores en pulpa de fruta que en azúcar. Contiene fruta 100% natural así mismo evita cualquier tipo de ingrediente dañino, es decir colorantes artificiales.

En la región se produce mermelada casera, con frutas tradicionales; sin embargo, hay fruta de temporada como la pitahaya, el chicozapote entre otros que sólo se aprovechan para consumo tradicional lo que representa una oportunidad para poder producir variedad de productos innovadores que sirvan para el consumo de paladares exigentes.

Por todo lo anterior, surge la idea de utilizar recetas caseras creando un concepto denominado Mermeladas JELM, básicamente con sabores de frutas de temporada Chicozapote, Pitaya y Pitahaya, benéficas para la salud y cultivadas en la misma región de Ajalpan municipio del estado de Puebla. Se propone productos saludables y amigables con el medio ambiente, retomando las técnicas artesanales y naturales sin dejar de cumplir con las especificaciones legales del producto.

Ahora, tomando en cuenta que el producto ha sido elaborado con un proceso artesanal y que ya se ha presentado con etiqueta, en un frasco de vidrio, con indicaciones nutrimentales, se requiere saber cuál va a ser el impacto que puede tener en el mercado para su comercialización, es por eso que se requiere diseñar un plan estratégico que permita evaluar las condiciones del mercado regional con la intención de que este sea el punto de referencia y tener la opción de producir más para la comercialización, mediante un estudio, el capital intelectual que implica la investigación pretender incluir la participación de académicos, estudiantes y los consumidores iniciales del producto



Planteamiento del problema

Un producto de exportación de gran importancia en el mundo son las mermeladas de frutas, y en el mundo existen grandes exportadores: por ejemplo, en Europa los destacados son; Francia, Alemania, Italia, España y Turquía y países consumidores como; Alemania, Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Países Bajos.

La exportación e importación de este producto es sumamente estable debido a su consumo tan generalizado, tan solo en Estados Unidos, por mencionar un país, su consumo es de más de 800 millones de dólares al año, se dice que un niño en Estados Unidos come 1,500 emparedados desde que inicia el Kindergarten hasta su graduación de secundaria, es sumamente común en un hogar estadounidense el consumo frecuente de mermeladas.

En México la creación industrial de la mermelada es un tanto reciente, ya que se fabricaba tradicionalmente en los hogares pasando de generación en generación sin la pretensión de gran escala. Actualmente se ha desarrollado toda una industria con procesos automatizados que satisfacen el mercado interno y externo con éxito por su calidad y volumen de producción. Empresas como; Alimentos del Fuerte, Anderson Clayton & Co, Ann Ó Brien, S.A. de C.V., La Costeña y Mc Cormick de México, S. A. hacen de la mermelada un producto enteramente exportable. Las mermeladas proporcionan energía, con un delicioso sabor y menos calorías que la mantequilla o margarina contempla aspectos de contexto internacional, nacional, local y específico (empresa, dependencia, negocio, escuela, etc.); antecedentes y panorama actual, que da pie a que se haga la propuesta indicada, Access, (2019).

Dentro de los nuevos objetivos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) está disminuir el consumo de azúcares, los cuáles pueden estar ocultos en productos alimenticios, los que pueden causar problemas de salud como la obesidad, sobrepeso y las caries. Ecuador es el primer país latinoamericano en adoptar sistemas de alarmas de la cantidad de azúcares, grasas y sal para alertar a los consumidores sobre la cantidad de éstos, a través de alarmas tipo semáforo, una manera sencilla y rápida y de informar al consumidor. La Stevia es un edulcorante 100% natural, es desde 10 hasta 30 veces más dulce que el azúcar blanco, siendo su consumo recomendado a personas que padecen de diabetes gracias a que posee propiedades reguladoras de los niveles de azúcar en la sangre. En Latinoamérica, la Stevia se utiliza como una terapia para la hiperglucemia, ya que estimula la liberación de insulina y controla la respuesta a la glucosa y es una alternativa más barata a los medicamentos, Vite Toala, (2016).

La principal diferencia está en su forma de elaboración. Las mermeladas tradicionales son elaboradas siempre de forma artesanal, esto significa que se realizan con sumo cuidado en todas las fases del proceso productivo y siempre con un supervisor cualificado para comprobar que la calidad siempre es la adecuada y puede observar cualquier irregularidad para corregirla. En contraposición, las mermeladas convencionales que puedes comprar en cualquier comercio se generan en masa, tienen una elaboración industrial que carece de la supervisión necesaria, Gourmet R. , (2023).

Las mermeladas artesanales y ecológicas poseen una menor cantidad de azúcares, ya que tiene un mayor porcentaje de fruta, lo convierte a la mermelada en un producto más natural y con mayor número de nutrientes, así también, contienen más vitaminas y minerales saludables para el organismo Gourmet A. , (2023).
Se busca entonces, que las mermeladas se conviertan en un producto auténtico y propio de la región donde se produce, para el caso concreto, en la región del municipio de San José Miahuatlán. Para eso, es imprescindible enfocar el esfuerzo en producir las mermeladas de manera manual, eso es, sin tecnificación sino con la reivindicación de su valor en su mano de obra de los pobladores municipales. A continuación, se desglosan algunas de las herramientas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto, este Análisis FODA es la base del desarrollo del proyecto para lograr un producto específico, que trae consigo la propuesta de otros más.

A. Análisis FODA

Se identifica las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para el producto "mermelada".

FORTALEZAS	*OPORTUNIDADES*
1. Producto sin conservantes químicos, manteniendo un sabor agradable, fresco y casero.	1. Ofrecerle al consumidor una nueva forma de mermeladas, con propiedades nutricionales únicas.
	2. Aceptación del mercado de nuevos sabores de mermelada.
2. Producto endulzado con stevia, por lo que puede considerarse bajo en calorías.	3. Mercado atractivo y aun no explotado en su totalidad.
	4. Apoyo gubernamental
3. Mermelada de muy buena calidad.	5. Inversionistas
	6. Socios
	7. Crecimiento del mercado
DEBILIDADES	*AMENAZAS*
1. No se posee fincas propias para el cultivo de la fruta.	1. Empresas reconocidas que ya se encuentran en el mercado.
2. Portafolio de productos limitado a la mermelada de maracuyá.	2. Plagas al insumo, que afectan la producción.
3. Inexperiencia dentro del mercado.	3. Clima
4. Cultivo de la fruta por temporada.	4. Tecnología

Se puede decir con seguridad que la fortaleza del desarrollo de un producto con sabores originales aprovechando lo que se cultiva en la region tienden a ser una ventaja competitiva.

B. Objetivo general

Evaluar a través del análisis estratégico la elaboración de mermeladas "Merme JELM" en la región de Ajalpan Puebla, para crear un impacto económico regional.

C. Objetivos específicos

1. Desarrollar la metodología Quicklook en la elaboración de mermeladas con frutas de temporada.
2. Identificar las cinco fuerzas de Porter
3. Realizar un Análisis PESTEL.
4. Aplicar el modelo CANVAS.
5. Evaluar el proyecto a través de la Metodología Quality Functional eployment.
6. Diseñar el etiquetado del producto.
7. Elaborar el producto comercial "Merme JELM".

Justificación

Al evaluar el análisis estratégico la elaboración de mermeladas "Merme JELM" en la región de Ajalpan Puebla, podrá crear un impacto económico regional transformando limitaciones en fortalezas y definir metodologías para la elaboración del producto. El desarrollo de proyecto innovadores que garanticen la posición en el mercado que surjan desde la academia son necesarios, ya que el estudio que se integra al mismo es factor para lograr la colocación del mismo en las tiendas de conveniencia y en el mercado local.
Hipótesis
Se puede elaborar artesanalmente mermeladas utilizando como materia prima tres frutos de temporada: Chicozapote, Pita y Pitahaya aprovechando su valor nutricional.

Antecedentes.

1. La universidad Nacional de Luján, realizó un proyecto de inversión para la fabricación de mermeladas haciendo un estudio para determinar el precio de venta del producto, la cantidad a producir de acuerdo a la demanda proyectada, la especificación del producto y la estrategia comercial a adoptar teniendo como resultado que pudo comprobarse la existencia de un nicho de mercado interesado en consumir este tipo de producto, se determinó que la contribución marginal es positiva y que los niveles de producción a los cuales se alcanza el equilibrio económico y el equilibrio financiero son razonables respecto de la capacidad productiva total de la planta, evidenciando la viabilidad económica, Mesejo Arizmendi, Martínez Valls , & Martínez Costa, (2012).

2. La Universidad Católica De Colombia, realizo un estudio de la factibilidad de fabricación de mermelada artesanal a base de café en el municipio de Viotá Cundinamarca, teniendo como resultado que se encontró que es viable y posible, entre otras, porque los estudios realizados soportan de manera suficiente y sólida la determinación de invertir en propuestas como la que se desarrolló.

Condori Cazón, Chaparro Camargo, & Canesto Arenas, (2018).

3. La Universidad De San Carlos De Guatemala, realizó un estudio de mercado para poder determinar quiénes son los clientes potenciales de “MERMECO” (Mermeladas y Conservas) y encontrar la forma adecuada de comercializar el producto que la empresa ofrece, teniendo como resultado que se logró establecer que el nicho de mercado son mujeres de 30-65 años de edad, de origen nacional o extranjero, de clase media, que se preocupan por su salud y la de su familia, quienes poseen el poder adquisitivo para la compra de productos naturales; lo que representa una oportunidad clara de ingreso a este nicho de mercado que aún no ha sido completamente satisfecho, Sohayda Marroquín, (2010).

5. La Universidad EAN, realizó un plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de mermelada natural de frutas naturales en el municipio de Anapoima, teniendo como resultado que se logró identificar la motivación de consumidores hacía de productos naturales asociando estos con sabor, salud, nutrición y bienestar. Los sondeos y la investigación que se desarrollaron permitieron identificar perfiles de consumidores que valoran el consumo de estos productos con base en aprecio por estos, sus hábitos de consumo y compra y una tendencia al cuidado ambiental. De esta forma se logra un conjunto de valores que apoyan la creación de Conservas Castillo Blanco S.A.S. y su línea de mermeladas, Castiblanco Casallas, (2021).

Marco teórico conceptual

ECURED, (2023) define a la mermelada, como: “Es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa que se ha producido por la cocción y concentración de frutas sanas combinándolas con agua y azúcar. La elaboración de mermeladas es hasta ahora uno de los métodos más comunes para conservar las frutas y su producción casera es superior a la producción hecha masivamente. Las características más saltantes de la mermelada es su color brillante y atractivo, además debe parecer gelificada sin mucha rigidez” (s. p).
Iterempresas, (2023) dice que los Tipos de mermeladas: “Se distinguen según su forma de elaboración básicamente dos tipos, cuya distinción no sólo tiene que ver con el volumen producido sino con el proceso tecnológico de elaboración que llevan a cabo” (s. p).
Iterempresas, (2023) define a las Mermeladas Industriales, como: “Las elaboran los grandes productores y se caracterizan por ser producidas a gran escala y de manera uniforme, con equipos automatizados y con una distribución de alcance nacional. Generalmente con el agregado de conservantes, colorantes, espesantes, edulcorantes (en el caso de las light)” (s. p.).
Giraldo Ayala, Pulgarín Rojas, & Gómez Gómez, 2012) definen a las Mermeladas Artesanales o Regionales, como: “Las elaboran los pequeños productores y su fabricación es a menor escala y de manera completamente manual. Generalmente utilizan las frutas típicas de cada región y el radio de cobertura geográfica de estas empresas artesanales es de carácter local” (s. p.).

La importancia de las mermeladas artesanales

Para Hernández, (2000), “la elaboración de una buena mermelada no tiene ni trampa ni cartón: ¡solo mucha fruta! Sin embargo, la falta de tiempo suele ser un hándicap. Por este motivo muchas veces se acude a los supermercados para hacerse con una mermelada sin mirar ni siquiera la etiqueta. ¡Y esto es un gran error! En nuestra cuenta de Instagram ya hemos explicado los factores a tener en cuenta a la hora de elegir una buena mermelada” (s. p.).
El poder del consumidor, (2018) dice que: “La palabra pitahaya es de origen antillano y significa “fruta escamosa”, su fruto es ovalado, redondeado y alargado, de pulpa roja, blanca o amarilla y de semillas pequeñas negras. Su apariencia es inconfundible, es un fruto exótico sumamente llamativo que te cautiva con sus colores” (s. p.).
Anáhuac, (2023) dice que. “La pitahaya era consumida en la América precolombina, pero su descubrimiento en forma silvestre se atribuye a los conquistadores españoles en México, Colombia, Centroamérica y las Antillas, quienes le dieron el nombre de pitaya”. Internacionalmente a la pitahaya se le conoce como fruta del dragón (dragon fruit) debido a que la planta que la produce trepa sobre los troncos de los árboles y se entrelaza dando la forma al cuerpo de un dragón” (s.p.).

Villegas Gómez, (2016) dice que: “El Chicozapote (Manilkara zapota) es una de las especies más nobles, fuertes y apreciadas en México y en el mundo, tanto por su sencilla reproducción como por los exquisitos productos que nos ofrece. Se encuentra incrustado en el corazón del mundo maya, al sureste de nuestro país, principalmente en los bosques tropicales de la península de Yucatán, así como en Belice y el norte de Guatemala” (s. p.).

Beneficios nutrimentales del chicozapote
En cuanto a los nutrientes que pueden aportarte estas bayas, de entre 5 y 10 cm de diámetro, de cáscara morena y áspera, de textura carnosa, jugosa y muy dulce, están: Las vitaminas A y C; carbohidratos, fibra cruda, calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, proteínas y sodio, Villegas Gómez, (2016).

Metodología

Es una investigación cualitativa, descriptiva, ya que se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Para Mario Tamayo y Tamayo (1994) define la investigación científica como “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos”. Además, es una investigación aplicada, porque busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto Lozada, (2014). La mermelada una vez elaborada se entregó a consumidores que fueron seleccionados por afinidad al consumo de tipo de productos, el criterio fue arbitrario, además se dieron degustaciones en al menos tres eventos de exposición convocados por el ayuntamiento de Ajalpan. Una vez concluida la exposición del producto se aplicaron las encuestas, para saber la opinión de los consumidores. Cabe mencionar que derivado de la exposición del producto ante instancias gubernamentales del estado, los asistentes y personas convocadas a este tipo de exposiciones se recibieron varios comentarios respecto al producto que fueron parte de la retroalimentación para poder desarrollar las herramientas aplicadas para el análisis estratégico y comercial del producto.

Además de esto se elaboró el producto; a continuación, se expone el procedimiento para la realización de mermelada:

1. Selección de la fruta.
Se selecciona la materia prima con la que se elaborara el producto, revisando algunas características mínimas, como grado de madurez, color y aroma. Así, se seleccionan las mejores frutas, descartando aquellas que presenten daños físicos o biológicos.
2. Lavado para desinfectar la fruta.
Se lava la fruta para descartar componentes físicos, químicos y biológicos.
3. Extraer la pulpa de las frutas.
En este proceso se extrae de manera manual la pulpa de las frutas, para continuar con el procesó de cocción.
4. proceso de cocción:
Se vierte en un recipiente la pulpa, y se pone a fuego lento durante 45 minutos hasta que alcance el punto de espesado necesario. Durante el proceso de cocción se le vierte azúcar y no se deja de mover hasta que tenga una consistencia gelatinosa.
5. Dejar enfriar, mientras se desinfectan los recipientes.
Durante el tiempo que se deja enfriar la mermelada, los recipientes se desinfectan en baño maría (el baño maría consisten en hervir cada uno de los contenedores para eliminar bacterias y así poder llenarlos del producto).
6. Envasado: Colocar la mermelada en el recipiente, estando este ya desinfectado y

posteriormente sellar para tener un producto terminado.

7.-Etiquetado: Consiste en agregar una etiqueta al frasco, con la marca, información nutricional y de producción, lo cual es obligatorio por ley.

8.-Almacenamiento: Los frascos se enviarán al almacén de productos terminados, el cual es un ambiente ventilado, con bajo nivel de humedad y semi-oscuro.

Resultados

La elaboración de productos de consumo debe estar regulado, las medidas sanitarias son la base en la producción de estos. Se logró la producción del artículo y además se aplicaron todas las herramientas del análisis estratégico para tener una proyección de la comercialización, es decir el análisis comercial y estratégico utilizando las herramientas.

Primero, se implementó la metodología Quiklook (ver figura 1) con el propósito de tener un mejor estudio de factibilidad, desarrollado para la comercialización de nuevas tecnologías, identificando mercados potenciales, el proceso de la propiedad intelectual, análisis financiero, actividades propuestas, planificación del comercio y las competencias.

Cabe destacar que la aplicación de la herramienta tenía un sentido estrictamente de evaluación para saber algunas condiciones que son propicias en la producción, comercialización y presentación del producto. El resultado una vez hecho el análisis implica tener un producto con viabilidad financiera, único e innovador.



Figura 1 Metodología Quick Look, Elaboración propia.

Se desarrolló el diagrama estratégico de las 5 fuerzas de porter (ver figura 2), para analizar el equilibrio y la competencia del poder dentro del mercado y dismuir las posibles amenazas que se encuentren en el setor, se puede visualizar que la elaboración del producto puede marcar un diferenciador, ya que no se observa en el mercado común productos similares, los clientes seguramente estarían dispuestos a probar este tipo de producto, por los sabores exóticos que garantizan una satisfacción en el paladar de chicos y grandes. Los clientes en general no están definidos por un aspectos particular.



Figura 2: 5 Fuerzas de Porter, Elaboración propia.

Se realizó el estudio de análisis PESTEL (ver figura 3) con el objetivo de conocer el estado actual del entorno en el que se desarrolla, antes de ejecutar una decisión estratégica, identificando cada uno de los factores: Políticos, Económicos, Social, Tecnológicos, Ecológicos y Legal.



Figura 3: Análisis PESTEL, Elaboración propia.

Se implementó el análisis de marketing: Las 5 C´s (Ver tabla 1), para evaluar y comprender los retos a los que la empresa se va a enfrentar, identificando cada una de las áreas vinculada a un modelo de negocio, los elementos estudiados son: clientes, compañía, competidores, colaboradores y contexto.

Análisis de marketing: Las 5 C

Clientes	Compañía	Competidores	Colaboradores	contexto
Niños	Tiendas de la esquina	McCORMIK	Integrantes de equipo	Los clientes más importantes son los niños y jóvenes, en los adultos y personas de la 3ra edad no es muy frecuente que consuman la mermelada, ya que ellos no consumen demasiada azúcar, en comparación a los demás, ellos necesitan energía para las actividades que llegan a realizar. El producto donde se venderán las mermeladas es en los puntos mencionados, ya que en esos lugares son donde hay movimiento y donde se abastecen las familias.
Jóvenes		CLEMENTE JACQUES		
Adultos	Mercados locales	Del monte	Patrocinadores	Será complicado competir con las empresas reconocidas, ya que las personas ya los conocen y tienen confianza en su producto, pero nuestra mermelada se diferenciará en el gran porcentaje de fruta que llevara, es artesanal y sin conservadores. Los colaboradores serán los mismos integrantes, donde, ellos serán los que brindaran el recurso para la elaboración del proyecto, así también algunos patrocinadores que nos apoyaran en algunos aspectos.
Personas de la 3ra edad		Heinz		

Tabla 1: Análisis de marketing: Las 5 C, Elaboración propia.

Se aplico el Modelo CANVAS (ver tabla 2), para ordenar las ideas, determinar y crear modelos innovadores con el objetivo de generar un mayor valor para los clientes, presentando en un módulo de nueve bloques: Socios clave, actividades clave, propuesta de valor, relación con los clientes, segmento de clientes, recursos clave, canales, estructura de costos y fuente de ingresos.

Socios Clave	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relaciones en cliente	Segmentos de cliente
En este aspecto los socios claves son los integrantes del proyecto, ya que son los que suministran, verifican, investigan, comprueban y los que aportan la monetización para la realización del proyecto.	Al ofrecer una mermelada que se ajuste a la economía de la sociedad, es claves tener el conocimiento e investigar diferentes tipos de proveedores con el objetivo de disminuir los costos en la preparación de la mermelada, para así ofrecerla en un precio aceptable para los consumidores. Una de las actividades clave es tener conocimiento del proceso de elaboración de la mermelada. **Recursos Claves** Fruta de temporada e ingresos.	La mermelada se caracterizará por el precio porque se ajustará a la economía de los consumidores. Así también esta se diferenciará por su gran porcentaje de fruta y sin conservadores a comparación de las mermeladas convencionales. De tal modo se propone un nuevo envasado al cliente, donde, esta será más cómodo y practico al momento de llevarlo con sigo mismo.	Para mantener una relación con los clientes es indispensable ofrecer un excelente servicio y ser amables. Así también demostrarles que es 100% artesanal sin conservadores. **Canales** Los canales de venta empezaran en las tiendas y mercados, ya que en esos lugares hay más movimiento de las personas y es el lugar donde van a comprar la canasta básica de las familias. Así también se estará ofertando en las estaciones de radio y redes sociales.	En general esto va dirigido a todas las personas, por otra parte, los clientes más importantes son las amas de casa y los niños, ya que son los que más consumen.
Estructura de costos		**Fuentes de ingreso**		

Tabla 2: Modelo CANVAS, Elaboración Propia.

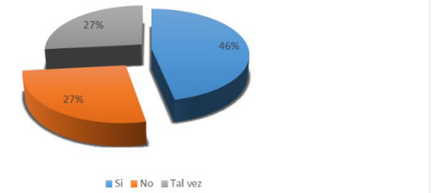




Figura 4: Diseño del etiquetado, Elaboración Propia.

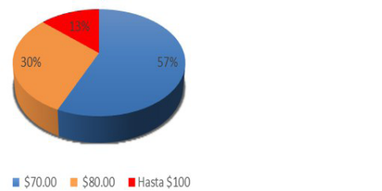
Se realizó el diseño del etiquetado (ver figura 4, para destacar el producto de la competencia y que este tenga una propuesta de valor.

De acuerdo a los datos y después de dar a probar el producto, en la gráfica 1, el 46% de los encuestados indica que, sí probaría la mermelada sabor Chicozapote, el 27% indica que no la probaría.



Gráfica 1: ¿Probaría la mermelada de Chicozapote?

Además, 57% de los encuestados estarían dispuestos a pagar $70 por un frasco de mermelada de 250g (véase gráfica 2).



Gráfica 2: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una mermelada casera de 250 gr con sabores de temporada?



Conclusion

Se logró desarrollar el producto, el cual se presentó como producto ante autoridades estatales y municipales con la posibilidad del financiamiento, al menos fueron tres presentaciones en donde la gente que asistió tuvo la oportunidad de degustar el producto, este momento, fue el indicado para saber opiniones y para tener los elementos suficientes para poder desarrollar tanto las metodologías o herramientas como la aplicación de las encuestas para saber las opiniones, el objetivo de la investigación se centraba en realizar un análisis estratégico para establecer el camino comercial del producto las bases fueron los resultados de la aplicación de las herramientas que están garantizadas incluso para un plan de marketing, que no es objeto de la investigación.

En términos generales, y en concordancia a los resultados obtenidos en la encuesta anterior, se puede decir que existe un porcentaje de viabilidad considerable para la elaboración de mermeladas con frutas de temporada (Pitahaya o fruta del dragón, Pitaya, Chicozapote).

Aunado a la situación, en la gráfica 1 se muestra que 73% de los encuestados indica que, si compraría el producto, además, en la gráfica 2 se muestra que 57% de los encuestados estarían dispuestos a pagar $70 por un frasco de mermelada de 250g. Las herramientas aplicadas muestran ventajas para la comercialización del producto, la elaboración del mismo y la presentación de la etiqueta sitúan al producto en un escenario comercial, al menos en la región, se requiere el financiamiento económico para la producción, inclusive la comercialización.

Tomando en cuenta el análisis hecho, se puede proyectar que si se lograr tener un socio clave para la compra del producto, sin menospreciar a la competencia que ya se encuentra posicionada, haciendo uso de la ventaja del producto, por su durabilidad, la elaboración y el sabor, es conveniente comercializar el producto no sólo en la región, esto dependerá fundamentalmente de la inversión de capital semilla. dispositivos móviles.

Referencias

Access, W. (2019). Obtenido de La mermelada, un producto que trasciende fronteras y a través de los siglos permanece en los hogares del mundo: https://worldaccess.com.mx/la-mermelada-un-producto-que-trasciende-fronteras-y-a-traves-de-los-siglos-permanece-en-los-hogares-del-mundo

Anáhuac. (2023). Anáhuac Mayab. Obtenido de Noticias: https://merida.anahuac.mx/noticias/pitahaya-fruta-del-dragon-beneficios

Castiblanco Casallas, E. (2021). Plan de negocio para la producción y comercialización de mermelada natural de frutas en el Municipio de Anapoima. Bogotá, Colombia.

Cibrian Quintanilla, M., López Quintanilla, H., & Pérez Panameño, G. (junio de 2015). Diseño de un modelo de cadena de suministro de productos hortícolas en la zona alta de microrregión cumbres del mar. Ciudad Universitaria, San Salvador.

Condori Cazón, H., Chaparro Camargo, C., & Canesto Arenas, D. (2018). Factibilidad de fabricación de mermelada artesanal a base en el municipio de Viotá Cundinamarca. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/bba266cd-1d03-44b5-a7ce-27b4c425afe8/content

DAP. (18 de 01 de 2022). Webedia. Obtenido de DAP: https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/mermelada-confitura-jalea-compota-no-que-se-diferencian-cuales-tienen-fruta-azucar

del, P. (03 de 02 de 2023). Partes del yugo.

Díaz, G. G. (2018). Electrónica Analógica. Madrid, España.

ECURED. (12 de junio de 2023). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Mermelada

El poder del consumidor, A. (02 de 10 de 2018). El poder del consumidor. Obtenido de El poder de... La flor de jamaica: https://elpoderdelconsumidor.org/2018/10/el-poder-de-la-flor-de-jamaica/

Giraldo Ayala, H., Pulgarín Rojas, C., & Gómez Gómez, L. (2012). Implementación de la metodología 5S en el área de carpintería en la Universidad de San Buenaventura. Obtenido de Repositorio Institucional: https://bibliotecadigital.usb.edu.co/entities/publication/1afc4ea2-2439-4424-9460-ac1ae8b5de19

Gourmet, A. (12 de 02 de 2023). Aurum Gourmet. Obtenido de https://aurumgourmet.es/es/tvcmsblog.html

Gourmet, R. (2023). Regalos Gourmet Online. com. Obtenido de Blog de regalos Gourmet Online: https://regalosgourmetonline.com/blog/mermeladas-tradicionales-que-son/

Hernández, F. (2000). Elaboración de mermeladas/ En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y medianas empresas. Madrid.

Iterempresas, m. S. (2023). Frutas y hortalizas.

Loria, K. G. (10 de septiembre de 2014). Proyecto de Inversión para la Fabricación de mermeladas. Luján, Argentina.

Lozada, J. (diciembre de 2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Pichincha, Ecuador.

Mesejo Arizmendi, A., Martínez Valls , J., & Martínez Costa, C. (2012). Manual básico de nutrición clínica y dietética. Obtenido de https://gruposdetrabajo.sefh.es/.

Sohayda Marroquín, K. (2010). Estudio de mercado para la elaboración de mermeladas artesanales en la microempresa Mermeco. Guatemala, Guatemala. Obtenido de https://www.biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAIES44.pdf

Villegas Gómez, D. (2016). Usos de chicozapote (Manilkara zapota) en México. Ciudad de México, México.

Vite Toala, L. G. (diciembre de 2016). Modelo de negocios para la comercialización de mermelada de maracuyá endulzado con stevia en el mercado Italiano. Guayaquil , Ecuador. Obtenido de Universidad de Guayaquil.



Anexo

Fotografía de la presentación del producto con autoridades de la Subsecretaría de Desarrollo Rural



APLICACIÓN DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTOS DE LA CIUDAD DE GUASAVE, SINALOA

Xóchitl Patricia Flores Gutiérrez, Yuridia Belén Cota Pardini, Raúl Loredo Medina, Isaac López Gaxiola, División de Ciencias Industriales (Ingeniería Industrial)

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave

Carretera a Brecha S / N, Ej. Burrioncito

Guasave, Sinaloa, CP.81149

E-mail de autores correspondientes:

Xochitl.fg@guasave.tecnm.mx, Yuridia.cp@guasave.tecnm.mx, raul.lm@guasave.tecnm.mx, Isaac.lg@guasave.tecnm.mx

Abstract

TIn the management of any organization, Material Requirements Planning (MRP) is of vital importance to control the supply and production of materials and finished goods. The objective of this article is to design an MRP system in a food producing company in the City of Guasave, Sinaloa, addressing one of its most important products, tripe sausage, in order to discuss the quantitative and qualitative benefits of the system. Three teachers from the Instituto Tecnológico Superior de Guasave participated in the development of the research, supported by a student of Industrial Engineering. The investigation required gathering information through interviews, observation, review of digital files and physical inventory count. The methodology was applied according to the dependent inventory model described by Cano Arenas (2011), who indicate as a requirement to know the Master Production Program, Structured Bill of Materials, available inventory, purchase orders and delivery times. POMQMV was used to generate the MRP system, which was finally installed in the company as a Microsoft Excel Spreadsheet because it is a system that is better known by the staff.

Keywords: MRP, Forecasts, Demand, Lead Time, Inventory.

Resumen

En la gestión de cualquier organización, tiene vital importancia la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) para controlar el abastecimiento y producción de materiales y bienes terminados. El presente artículo tiene como objetivo diseñar un sistema MRP en una empresa productora de alimentos de la Ciudad de Guasave, Sinaloa abordando uno de sus productos más importantes, chorizo de tripa a fin de discutir los beneficios cuantitativos y cualitativos del sistema. Para el desarrollo de la investigación participaron tres docentes del Instituto Tecnológico Superior de Guasave apoyados con un estudiante de Ingeniería Industrial. La investigación requirió recabar información a través de entrevistas, observación, revisión de archivos digitales y conteo en físico de inventario. La metodología se aplicó conforme al modelo de inventario dependiente descrito por Cano Arenas (2011), quienes señalan como requisito conocer Programa Maestro de Producción, Lista Estructurada de Materiales, inventario disponible, órdenes de compra y tiempos de entrega. Se empleó POMQMV para generar el sistema MRP, que finalmente se instaló en la empresa como una Hoja de Cálculo de Microsoft Excel por tratarse de un sistema más conocido por el personal. .

Palabras clave: MRP, Pronósticos, Demanda, Tiempo De Espera, Inventario.

Introducción

DLa Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) es una metodología que indica la programación de la producción y de las compras de materia prima de una empresa, es decir, establece qué hacer y/o comprar, en qué cantidad y cuándo iniciar su producción y/o compra. Para ello, requiere conocer la demanda independiente de los productos finales para calcular de forma rápida y precisa la demanda dependiente generada por el requerimiento de los productos, Rivera, Ortega y Pereyra (2014). A través del MRP, una empresa planifica la gestión de sus materiales e inventarios en función de las necesidades de producción. Por ello, su importancia radica en que mejora la gestión del inventario para tener la cantidad de productos correcta, en el momento correcto. Lo que se traduce en una buena atención al cliente a través de la satisfacción de la demanda y en la reducción de costos por faltantes o excedentes. El objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema MRP en una empresa productora de alimentos de la Ciudad de Guasave, Sinaloa. La empresa bajo estudio actualmente es pequeña, pero, con un crecimiento notorio por lo tanto requiere pasar del trabajo empírico a una planificación de operaciones más eficiente y formal.

Metodología

Para el desarrollo de este estudio se realizó una investigación aplicada en una empresa productora de alimentos de la Ciudad de Guasave, Sinaloa. La gama de productos que se elaboran en la empresa es bastante amplia, por mencionar algunos: frijoles puercos, frijol natural, machaca, chilorio, asientos, manteca, chicharrón, carne deshebrada, chorizo de tripa de 250 grs, entre otros. Actualmente, las decisiones de la empresa son tomadas por dos personas, Gerente Adjunto y Gerente de Producción quienes utilizan su experiencia para planificar y ejecutar todas las actividades como compras, producción, distribución, etc. Esta toma de decisiones hasta el momento ha funcionado, pero, ha generado dependencia hacia los gerentes, porque el resto del personal no ejecuta sin una indicación directa de alguno de ellos. Afortunadamente, los productos que se ofertan al mercado han tenido éxito y la empresa está en crecimiento a nivel nacional e internacional, en este sentido, se han enfrentado a algunos problemas: inventario en exceso o faltantes tanto de materia prima como de producto terminado. Al tratarse de una organización que elabora alimentos, la mayoría de los materiales que se emplean son perecederos, por lo tanto, no es conveniente tenerlos en resguardo demasiado tiempo, además, los almacenes son pequeños, es

decir, el espacio para guardar es reducido, muchos artículos requieren refrigeración lo que ocasiona un costo adicional de mantener inventario. El trabajo desarrollado tiene como objetivo diseñar un sistema MRP específicamente para el chorizo de tripa que permita a la empresa mejorar su planificación de adquisiciones de materiales a fin de tener lo que se necesita, en la cantidad en la que se requiere y en el momento demandado mejorando de esta forma la gestión de recursos, evitando mermas por excedentes y/o faltantes.

La metodología empleada considera la aportación de Cano Arenas (2011), quienes afirman que para el desarrollo del sistema MRP, es indispensable la siguiente información:

1. Programa Maestro de Producción.
2. Estructura del producto.
3. Inventario disponible.
4. Recepciones programadas.
5. Lead Time o tiempo de espera.

1. Programa Maestro de Producción (PMP)

El Programa Maestro de Producción (PMP) es un plan a corto plazo donde se establece qué productos se van a fabricar, en qué cantidad y cuándo deben fabricarse a fin de que estén disponibles para satisfacer la demanda, Chase, Aquilano y Jacobs (2000). El PMP calendariza las actividades de producción considerando la capacidad de la empresa, los pedidos de los clientes y el inventario disponible. En el caso del chorizo de tripa, por políticas de la empresa la producción se realiza en lotes constantes de 160 kg y cada primera semana de mes se elaboran 320 kg para tener holgura en el inventario. El Cuadro 1 ilustra el PMP de los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Meses	Septiembre				Octubre				Noviembre			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PMP Chorizo de tripa (kg)	320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160

Cuadro 1. Plan Maestro de Producción de Chorizo de tripa (kg)

2. Estructura del producto

De acuerdo a Pereira Calvo (2014), la estructura del producto se refiere a la lista de materiales necesarios para la fabricación, identifica todos los artículos, componentes, subcomponentes, secuencia de integración, cantidad por unidad de producto terminado y tiempos de espera de cada uno. En el caso particular del chorizo de tripa, la estructura del producto se refiere a los ingredientes requeridos para elaborarlo, como ilustra la Figura 1. Observe que en dicha estructura se encuentran dos tipos de elementos: padres y componentes. Los elementos padres son definidos como un producto manufacturado a partir de uno o varios componentes tal es el caso de chorizo de tripa, polvo para chorizo y adobo para chorizo. Los componentes se refieren a aquellos elementos que, sometidos a una o varias operaciones, pueden ser transformados o llegar a ser uno o más padres, por ejemplo, recorte 80/20, grasa de cerdo, polvo para chorizo, sal, aceite Mirasol, extensor, mezcla de especias, pimienta, orégano, cilantro, comino, adobo para chorizo, ajo, chile pasilla y vinagre.

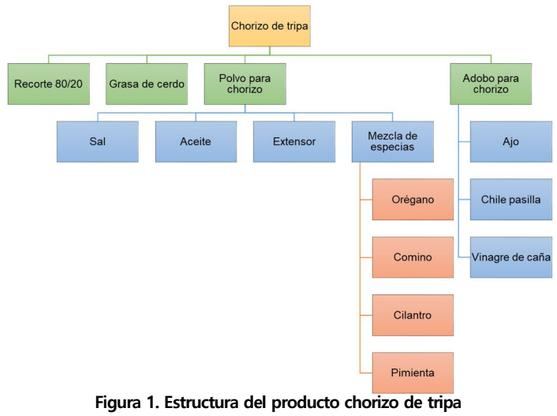


Figura 1. Estructura del producto chorizo de tripa

En la estructura escalonada también es posible identificar niveles, el nivel 0 corresponde al producto final y de ahí hacia abajo se numeran en forma incremental. Los ingredientes de nivel 1, son recorte 80/20, grasa de cerdo, polvo para chorizo y adobo para chorizo, con estos cuatro elementos se elabora el chorizo de tripa que la empresa comercializa como producto final. Es importante mencionar los ingredientes de nivel 2, por ejemplo, sal, aceite, extensor y mezcla de especias que se utilizan para hacer el polvo para chorizo. Por su parte, ajo, chile pasilla y vinagre de caña también son elementos nivel 2 que se utilizan para hacer el adobo para chorizo. En el nivel 3, están orégano, comino, cilantro y pimienta con los que se elabora la mezcla de especias. Las cantidades exactas de cada ingrediente requeridas por cada kilogramo de chorizo de tripa se muestran en el Cuadro 2.

Insumo	Cantidad requerida en kilogramos
Recorte 80/20	1.00
Grasa de cerdo	0.20
Polvo para chorizo	0.50
Sal	0.50
Aceite Mirasol	0.40
Extensor	0.10
Mezcla de especias	0.10
Pimienta	0.80
Orégano	0.40
Cilantro	0.20
Comino	0.10
Adobo para chorizo	0.50
Ajo	0.60
Chile pasilla	1
Vinagre	0.50

Cuadro 2. Cantidades de ingredientes por cada kilogramo de chorizo de

3. Inventario disponible

El inventario disponible se refiere a las existencias de producto terminado y de insumos de las que dispone la empresa, Durán (2012). Es importante contar con información actualizada sobre las cantidades disponibles de cada uno de los artículos de la estructura del producto, así como del producto final, aunado a esto, también se requiere conocer cuál es el inventario de seguridad que utiliza la organización.

La empresa bajo estudio utiliza Microsoft Excel para el registro digital de los inventarios; sin embargo, para corroborar la exactitud de la información, se realizó un inventario en físico en los tres almacenes de la organización a fin de cuantificar e identificar las existencias. En el almacén seco (Figura 2) se resguardan insumos y productos terminados que no requieren refrigeración, por ejemplo, distintas presentaciones de chilorio, chicharrón, asientos, manteca, machaca, frijoles pouch, harina de maíz nixtamalizada, polvos para chilorio, polvo para chorizo, vinagres, chile jalapeño en lata, achiote, polvo para hornear, entre otros. Estos productos son almacenados en charolas, taras, cartones, etc. y acomodados en estantes.



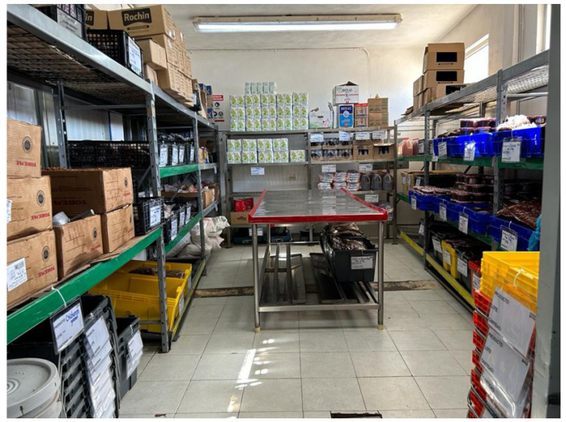


Figura 2. Almacén Seco

En el Cuarto Frío 1 (Figura 3) se almacenan las carnes y grasas del cerdo; por mencionar algunos, cueros, piernas, lomos, vísceras, recorte 80/20. Éstos se cuelgan en ganchos suspendidos de un tubo. En el Cuarto Frío 1 también se guardan cartones de grasa y recorte adquiridos a proveedores externos y las verduras utilizadas en las áreas de producción, por ejemplo, cebolla, tomate, chile, ajo limpio, papa, entre otras.



Figura 3. Cuarto Frío 1

En el Cuarto Frío 2 (Figura 4) se acopian productos como frijol guisado y puerco, barbacoa, cochinita, carne deshebrada, carne adobada, chorizo, adobos, flautas, sopes, gorditas, queso, tocino, chile pasilla, nixtamal, chuleta natural y ahumada, entre otros. Todos ellos requieren refrigeración para conservarse en buen estado.





Figura 4. Cuarto Frío 2

Estar al tanto del estado de los inventarios es muy importante para el sistema MRP, porque permite calcular el Plan de Requerimientos de Materiales Neto, es decir, restar de la demanda lo que ya se tiene en existencia y comprar y/o producir sólo lo que se necesite. El Cuadro 3 contiene el registro del inventario en físico de chorizo de tripa y sus ingredientes.

Insumo	Inventario disponible en kilogramos
Chorizo de tripa	15
Recorte 80/20	100.00
Grasa de cerdo	60.00
Polvo para chorizo	15.00
Sal	30.00
Aceite Mirasol	100.00
Extensor	5.00
Mezcla de especias	10.00
Pimienta	5.00
Orégano	5.00
Cilantro	5.00
Comino	5.00
Adobo para chorizo	15.00
Ajo	8.00
Chile pasilla	5.00
Vinagre	4.00

Cuadro 3. Inventario disponible

4. Recepciones programadas

Las recepciones programadas se refieren a las compras ya hechas que están por llegar. En el caso de la empresa bajo estudio, no se tenían recepciones programadas cuando se realizó la investigación.

5. Lead time o tiempo de espera

El Lead Time o tiempo de espera se refiere al tiempo que tarda en llegar y/o en producirse el producto final y cada insumo, Cano Arenas (2011). Considera el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden de compra a un proveedor hasta que los artículos son entregados de ese proveedor al cliente en el lugar acordado. Este dato es relevante para el MRP porque con esta información se determina cuándo se debe hacer la orden de compra o bien, cuándo se requiere iniciar la producción de un componente para que esté terminado o disponible para su uso justo cuando se necesite. El Cuadro 4 contiene el tiempo de espera del chorizo de tripa y sus ingredientes expresado en semanas:

Insumo	Tiempo de espera en semanas
Chorizo de tripa	1
Recorte 80/20	2
Grasa de cerdo	2
Polvo para chorizo	2
Sal	1
Aceite Mirasol	4
Extensor	3
Mezcla de especias	2
Pimienta	2
Orégano	2
Cilantro	2
Comino	2
Adobo para chorizo	1
Ajo	2
Chile pasilla	2
Vinagre	1

Cuadro 4. Tiempo de espera (en semanas)

Con la información del tiempo de espera, se elabora la estructura escalonada del chorizo de tripa, que nos indica cuándo debe producirse y/o comprarse cada artículo para que esté disponible justo cuando se requiere. En la Figura 5 se ilustra la estructura escalonada del chorizo de tripa que tiene un tiempo de espera total de 7 semanas.

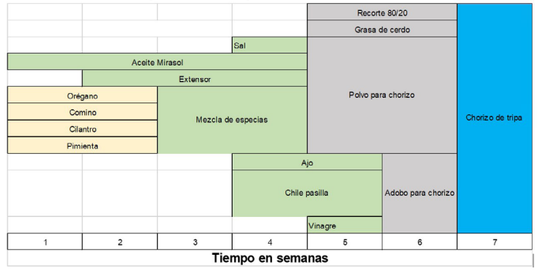


Figura 5. Estructura escalonada

Resultados

Una vez recabada la información necesaria para el MRP, se utilizó el programa POMQMV5 versión gratuita para generar el Plan de Requerimientos de Materiales. En la Figura 6 puede observarse la estructura del chorizo de tripa, el tiempo de espera de cada ingrediente y del producto final, las cantidades requeridas de cada insumo y el inventario existente. Considerando que el MRP se elabora la primera semana de julio para determinar los requerimientos de materiales de septiembre, octubre y noviembre, en las celdas pd9 a la pd20 de la fila chorizo de tripa se ingresan las cantidades de chorizo de tripa a producir, de tal forma que en pd9, pd13 y pd17 se capturan 320 kg mientras que en el resto 160 kg.

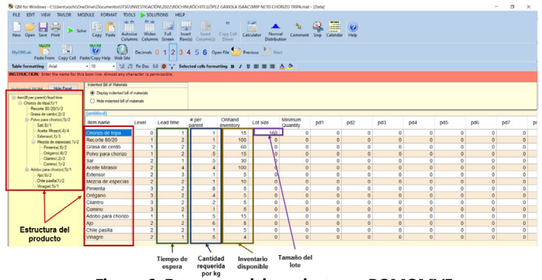


Figura 6. Estructura del producto en POMQMV5

El software POMQMV5 es muy sencillo de usar, una vez capturados los datos como se ilustra en la Figura 6, basta con dar clic en la opción “Solve” o “Solution” y se obtiene el MRP bruto y el MRP Neto. El Cuadro 5 ilustra el resultado para el MRP bruto, es decir, las necesidades de materiales sin considerar el estado de los inventarios ni las recepciones programadas. Por su parte, el MRP neto se muestra en el Cuadro 6, en éste el software automáticamente resta el estado de los inventarios y las recepciones programadas (que en este caso no aplican porque no hay) y calcula las necesidades de materiales. Por ejemplo, del producto chorizo de tripa se tiene una orden de producción de 320 kg en la semana 9 pero hay un inventario existente de 15 kg, observando el Cuadro 5, el MRP bruto indica una necesidad de 320 kg para la semana 8 porque no toma en cuenta los 15 kg del inventario; mientras que, como puede verse en el Cuadro 6, el MRP neto señala una necesidad de 305 kg para la semana 8 porque está considerando los 15 kg existentes para satisfacer la demanda.

Item name (low level)	Pd 0 and before	Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	Pd13	Pd14	Pd15	Pd16	Pd17	Pd18	Pd19	Pd20
Chorizo de tripa (.0)																					
Gross REQ.										320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160
ORD REL.									320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160	
Recorte 80/20 (.1)																					
Gross REQ.									320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160	
ORD REL.								220	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160			
Grasa de cerdo (.1)																					
Gross REQ.									64	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32	
ORD REL.							4	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32			
Polvo para chorizo (.1)																					
Gross REQ.									160	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80	
ORD REL.							146	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80			
Adobo para chorizo (.1)																					
Gross REQ.									160	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80	
ORD REL.									145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80		
Sal (.2)																					
Gross REQ.							72.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ORD REL.						42.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40				
Aceite Mirasol (.2)																					
Gross REQ.							58	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32			
ORD REL.						22	32	64	32	32	32	64	32	32	32						
Extensor (.2)																					
Gross REQ.							14.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ORD REL.			9.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8							
Mezcla de especias (.2)																					
Gross REQ.							14.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ORD REL.				14.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8						
Ajo (.2)																					
Gross REQ.							87	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48			
ORD REL.						79	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48				
Chile pasilla (.2)																					
Gross REQ.							145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80			
ORD REL.						140	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80				
Vinagre (.2)																					
Gross REQ.							72.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ORD REL.						68.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40				
Pimienta (.2)																					
Gross REQ.				3.6	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4						
ORD REL.			5	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4								
Orégano (.2)																					
Gross REQ.				1.8	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2						
ORD REL.			0	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2								
Cilantro (.2)																					
Gross REQ.				.9	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6						
ORD REL.				.7	3.2	1.6	1.6	1.8	3.2	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6							
Comino (.2)																					
Gross REQ.				.45	.8	.8	.8	1.6	.8	.8	.8	1.6	.8	.8	.8						
ORD REL.							.25	.8	.8	1.6	.8	.8	.8								

Cuadro 5. MRP bruto en POMQMV5



Item name (low level)	Pd 0 and before	Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	Pd13	Pd14	Pd15	Pd16	Pd17	Pd18	Pd19	Pd20
Chorizo de tripa (.0)																					
Gross REQ.									320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160	
ON HAND	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
SchdREC.																					
NET REQ									305	145	145	145	305	145	145	145	305	145	145	145	
PlanREC.									320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160	
ORD REL.								320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160		
Recorte 80/20 (.1)																					
Gross REQ.								320	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160		
ON HAND	100	100	100	100	100	100	100	100													
SchdREC.																					
NET REQ								220	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160		
PlanREC.								220	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160		
ORD REL.							220	160	160	160	320	160	160	160	320	160	160	160			
Grasa de cerdo (.1)																					
Gross REQ.								64	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32		
ON HAND	60	60	60	60	60	60	60	60													
SchdREC.																					
NET REQ								4	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32		
PlanREC.								4	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32		
ORD REL.							4	32	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32			
Polvo para chorizo (.1)																					
Gross REQ.								160	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
ON HAND	15	15	15	15	15	15	15	15													
SchdREC.																					
NET REQ								145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
PlanREC.								145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
ORD REL.							145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80			
Sal (.2)																					
Gross REQ.							72.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ON HAND	30	30	30	30	30	30	30														
SchdREC.																					
NET REQ							42.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
PlanREC.							42.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ORD REL.						42.5	40	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40				
Aceite Mirasol (.2)																					
Gross REQ.							58	32	32	64	32	32	32	64	32	32	32				
ON HAND	100	100	100	100	100	100	100	42	10												
SubREC.																					
NET REQ								22	32	64	32	32	32	64	32	32	32				
PlanREC.								22	32	64	32	32	32	64	32	32	32				
ORD REL.					22	32	64	32	32	32	64	32	32								
Extensor (.2)																					
Gross REQ.							14.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ON HAND	5	5	5	5	5	5	5														
SchdREC.																					
NET REQ							9.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
PlanREC.							9.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ORD REL.				9.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8						
Mezcla de ospocias (.2)																					
Gross REQ.							14.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ON HAND	10	10	10	10	10	10	10														
SchdREC.																					
NET REQ							4.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
PlanREC.							4.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8	8			
ORD REL.					4.5	8	8	8	16	8	8	8	16	8	8						
Ajo (.2)																					
Gross REQ.							87	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48			
ON HAND	8	8	8	8	8	8	8	8													
SchdREC.																					
NET REQ							79	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48			
PlanREC.							79	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48			
ORD REL.						79	48	48	48	96	48	48	48	96	48	48	48				
Chile pasilla (.2)																					
Gross REQ.								145	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
ON HAND	5	5	5	5	5	5	5	5													
SchdREC.																					
NET REQ								140	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
PlanREC.								140	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80		
ORD REL.							140	80	80	80	160	80	80	80	160	80	80	80			
Vinagre (.2)																					
Gross REQ.								72.5	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ON HAND	4	4	4	4	4	4	4	4													
SchdREC.																					
NET REQ								68.5	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
PlanREC.								68.5	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40			
ORD REL.							68.5	40	40	80	40	40	40	80	40	40	40				
Pimienta (.3)																					
Gross REQ.						3.6	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4					
ON HAND	5	5	5	5	5	1.4															
SchdREC.																					
NET REQ						5	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4					
PlanREC.						5	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4					
ORD REL.					5	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4	12.8	6.4	6.4	6.4						
Orégano (.3)																					
Gross REQ.					1.8	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2					
ON HAND	5	5	5	5	5	3.2															
SchdREC.																					
NET REQ						0	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2					
PlanREC.						0	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2					
ORD REL.				0	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2	6.4	3.2	3.2	3.2							
Cilantro (.3)																					
Gross REQ.					.9	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6					
ON HAND	5	5	5	5	5	4.1	2.5	.9													
SchdREC.																					
NET REQ							.7	3.2	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6						
PlanREC.							.7	3.2	1.6	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6						
ORD REL.					.7	3.2	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6	3.2	1.6	1.6							
Comino (.3)																					
Gross REQ.					.45	.8	.8	.8	1.6	.8	.8	.8	1.6	.8	.8	.8					
ON HAND	5	5	5	5	5	4.55	3.75	2.95	2.15	.55											
SchdREC.																					
NET REQ									.25	.8	.8	1.6	.8	.8	.8						
PlanREC.									.25	.8	.8	1.6	.8	.8	.8						
ORD REL.								.25	.8	.8	1.6	.8	.8	.8							

Cuadro 6. MRP neto en POMQMV5

A fin de simplificar el Sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) a la empresa productora de alimentos, del archivo POMQMV5 se generó una Hoja de Cálculo en Microsoft Excel porque es el software con el que se trabaja en la empresa y el personal se siente más familiarizado. El software POMQMV5 genera la Hoja de Cálculo y se introdujeron las fórmulas y el instructivo de llenado necesarios para que se hagan las operaciones automáticamente una vez que se capturan los datos. Observe la Figura 7.

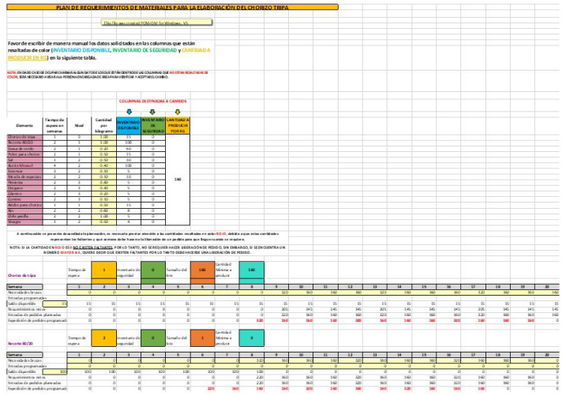


Figura 7. Sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales en Microsoft Excel.

Rivera Poma, Ortega Pernia y Pereyra Quiroz (2014) señalan que los beneficios de la implementación de un sistema MRP son variados de acuerdo a cada empresa, pero, indican que pueden ser:

− Disminución de los stocks, las que en algunas empresas han llegado al 50%.

− Mejora en el servicio al cliente que pueden incrementarse hasta un 40%.

− Mejor planificación productiva.

− Menores costos y más beneficios.

− Mejor coordinación en la programación de producción e inventarios.

− Guía y ayuda en la planificación de recursos de acuerdo a la capacidad de la empresa.

Por su parte, Álvarez (2011) menciona que algunas empresas no tienen el éxito que esperaban al implementar un sistema MRP por diferentes motivos. Si en una organización se tiene la percepción de trabajar para el sistema y no que el sistema trabaje para la organización, entonces, su implantación del MRP puede ser deficiente y seguramente deja de obtener importantes beneficios.

Conclusión

La empresa productora de alimentos bajo estudio tiene mucho camino por recorrer en cuestión de optimización, uso de tecnologías y planificación. Sin embargo, este pequeño paso de utilizar un sistema MRP le brindará múltiples beneficios en aspectos de control, reducción de costos de inventario y abastecimiento oportuno. Para ello, es necesario llevar tareas de capacitación y sensibilización al personal correspondiente para lograr su involucramiento en la implementación y realizar periódicamente evaluaciones cualitativas y cuantitativas sobre algunos indicadores del sistema como disminución de inventarios, servicio al cliente, costos, entre otros.

Cano Arenas (2011) señalan como beneficios de la correcta implementación de un MRP una mejor respuesta a las órdenes de los clientes como resultado de apegarse más a los programas; respuesta más rápida a los cambios en el mercado; utilización mejorada de instalaciones y mano de obra, y niveles más bajos de inventario. Una mejor respuesta a las órdenes de los clientes y al mercado significa obtener pedidos y participación de mercado. La mejor utilización de instalaciones y mano de obra genera mayor productividad y ganancias sobre la inversión. Menos inventario libera espacio para otros usos.

Al igual que en los resultados obtenidos por Miño et al (2015) quienes diseñaron un MRP en POMQMV5 para un laboratorio farmacéutico en Cuba y Arista Roble et al (2020) que crearon un MRP en Microsoft Excel para la empresa Navaxtreme de Guadalajara, Jalisco, el sistema MRP asistido por computadora permite a la empresa bajo estudio obtener las necesidades de materiales para el horizonte de tiempo planificado, desde una óptica diferente a una planificación empírica; indica las cantidades y fechas en que deben asegurarse los materiales (órdenes de abastecimiento), las órdenes de producción hacia las unidades productivas, lo que permite gestionar y mantener mínimos niveles de inventarios tanto en almacenes, en proceso y de producción terminada, posibilita además la retroalimentación del modelo en cualquier momento, para realizar la reprogramación de estas variables en función del cumplimiento de la fecha de entrega a los clientes.

Referencias bibliográficas

Álvarez, D. (2011). Plan de implementación de MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales) en una empresa de manufactura de productos de consumo masivo. Caso: Quala Ecuador S.A. Consultado el 15 de septiembre de 2022 de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3203/T-PUCE-3299.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arista Robles, P. T., Palacios Casas, R. J., Reyes Rojas, J. C., & Vidal Pérez, J. L. (2020). Implementación de las 9s y planificacion de los requerimientos de los materiales en la empresa Navaxtreme, Guadalajara.

Cano Arenas, J. A. (2011). Google academico. Obtenido de file:///C:/Users/JOSEPH/Desktop/TESIS/Modelo_de_un_sistema_MRP_cerrado_integrando_incertidumbre_en_los_tiempos_de_entrega,_disponibilidad_de_la_capa cidad_de_fabricación_e_inventarios.pdf

Chase, R.; Aquilano, N.; Jacobs, R. (2000). Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios. Bogotá. Ed. McGraw Hill Interamericana S.A. 8ava. Edición.

Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. Visión gerencial, (1), 55-78.

Miño-Cascante, Gloria, Saumell-Fonseca, Elena, Toledo-Borrego, Antonio, Roldan

Ruenes, Amilcar, & Moreno García, Roberto René. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. Tecnología Química, 35(2), 208-219. Recuperado en 19 de junio de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000200007&lng=es&tlng=es.

Pereira Calvo, E. (2014). MRP, JIT y programacion de la producción.

Rivera Poma, J. M., Ortega Pernia, E., & Pereyra Quiroz, J. (2014). Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes. Industrial Data, 17(2), 48-55

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA VENTA DE ALIMENTOS DENTRO DEL ITSSLPC



Rocha-González, Genaro1; Palmarez-Torres, Guadalupe de Jesús2; Juárez-Bernal, Danira Liliana3; Hernández-Eufracio, Edith Abigail4; Tapia-Chávez, Jorge Edgar5; Flores-Cedillo, Maria Lisseth6

1,2,3 Estudiante de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

4 Estudiante de la División de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

5 Administrativo en el área de Tecnologías de la información del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

6* Docente de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

1 L20160302@slpotosicapital.tecnm.mx 2 L20160288@slpotosicapital.tecnm.mx 3 L20160269@slpotosicapital.tecnm.mx

4 L20350437@slpotosicapital.tecnm.mx 5 jorge.tapia@@tecsuperiorslp.edu.mx 6* maria.flores@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

Food needs in today's life have become very dynamic, as has the digitalization of marketing proposals for the sale of food. This article presents an exploratory experimental study on food buying and selling trends through piloting in a Higher Education Institution with a sample chosen by convenience.

The tests carried out in the pilot study in the cafeteria of the Higher Technological Institute of SLP, Capital made it possible to observe the need for this type of applications at an organizational level, both for sellers and for those who request the product and food purchasing service, considering aspects such as: safety, quality, performance and sustainability.

Keywords: Mobile application, food sale, delivery service.

Resumen

Las necesidades de alimentación en la vida actual se han vuelto muy dinámicas, así como la digitalización de las propuestas de marketing para la venta de alimentos. En este artículo se presenta un estudio experimental exploratorio sobre las tendencias de compra y venta de alimentos mediante un pilotaje en una Institución de Educación Superior con una muestra elegida por conveniencia.

Las pruebas realizadas en el estudio piloto en la cafetería del Instituto Tecnológico Superior de SLP, Capital permitieron observar la necesidad de este tipo de aplicaciones a nivel organizacional, tanto para los vendedores como para quienes solicitan el servicio de compra de productos y alimentos considerando aspectos como: seguridad, calidad, rendimiento y sustentabilidad.

Palabras clave: Aplicación móvil, venta de alimentos, entrega de productos a domicilio.

Introducción

DEn el presente proyecto se realizará la implementación de una aplicación móvil denominada "ECONOSERVI" que pretende ser una plataforma digital la cual para el servicio de compra y venta de alimentos que pueda llegar a ser competitiva cuyo estudio piloto se realizó en la cafetería del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital (ITSSLPC) que es una Institución de Educación Superior (IES) en la que tanto el personal como los estudiantes por medio de una muestra por conveniencia puedan retroalimentar las posibles áreas de oportunidad y que una vez que se compruebe su funcionalidad, pueda escalarse a otro segmento de clientes en el mercado.

El objetivo de desarrollar esta plataforma digital es para que mediante cualquier dispositivo móvil se pueda acceder a visualizar los alimentos y productos disponibles de la cafetería institucional y poder realizar las compras para que el tiempo de preparación y pago sea más ágil optimizando el tiempo.

Por la dinámica de vida actual, también las tendencias de compra y venta de productos y alimentos se ha digitalizado, pues es más factible que se ajuste a sus necesidades al solicitar algún servicio de producto o comida en el que sólo se tiene que elegir el artículo deseado y en cuestión de minutos la persona pueda elegir el producto que desea y así pueda ser entregado hasta el en un lapso considerado por el mismo (Ramos, 2021).

Cada vez los comercios y negocios ven en estas plataformas una oportunidad de mejora y se llega a considerar como factor principal ante la competencia por las múltiples ventajas que aporta (Cacho Elizondo & Lázaro Álvarez , 2022). Los aspectos importantes de las aplicaciones o plataformas digitales son los componentes que interactúan entre sí son el consumidor final, el socio (comercio) y el socio repartidor (Escamilla, 2020).

En países como Estados Unidos, las aplicaciones como Too Good To Go® y Flashfood® que son plataformas para que los restaurantes y las tiendas de comestibles que desechan grandes cantidades de comida diariamente les ayuden a que los vendan a un precio reducido (Toeniskoetter, 2022).

Actualmente, en México se tienen en el mercado una variedad de aplicaciones de entrega de comida como Uber Eats®, Rappi®, Post Mates®, entre otros. Sin embargo, internamente a nivel Institucional, generalmente no se tienen a las alternativas, lo que reduce las posibilidades de comercialización (Fernández, 2022). También existen aplicaciones móviles para llevar la despensa hasta el domicilio del comprador son Amazon®, Bodega Aurrerá®, Justo®, La Comer®, Mercado Libre®, Sams Club® y Waltmart® las cuales frecuentemente ofrecen descuentos especiales y promociones (Galeano, 2023). Una de las aplicaciones móviles más empleadas es la app Cornershop®, adquirida por Uber en 2019

y que llegó a México en 2020, por medio de la cual se pueden hacer compras de cadenas como Chedraui®, Soriana®, City Market®, OXXO®, Petco®, La Comer®, entre otras; incluso de Costco®, aunque no se posea membresía (Pacheco, 2023).

Según la plataforma alemana, Statista®, los mexicanos gastan en promedio hasta $ 1,700.00 MXN en pedidos de comida a domicilio y $ 1,250.00 MXN en aplicaciones de entrega a domicilio (Generación Anáhuac, 2020).

Las nuevas plataformas a través de aplicaciones móviles han ido ganando terreno en diversos sectores, por lo que ahora ordenar comida en San Luis Potosí es parte del EComercce y se ha vuelto más frecuente encontrar en las calles motocicletas o bicicletas del servicio de delivery (Hernández, 2018).

Metodología

Estudio etnográfico.

Se observó el comportamiento de estudiantes universitarios del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital al visitar la cafetería institucional, con la intención de recolectar datos sobre los productos que consumen y los horarios de su preferencia.

Tamaño de muestra

Después de llevar a cabo el estudio etnográfico, se realizó una investigación exploratoria y descriptiva con un enfoque experimental tomando una muestra por conveniencia para el estudio piloto en 30 estudiantes de nivel superior del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital, que se encuentran en un rango de edad de 18 a 24 años y que regularmente consumen productos de la cafetería institucional.

Recolección de datos.

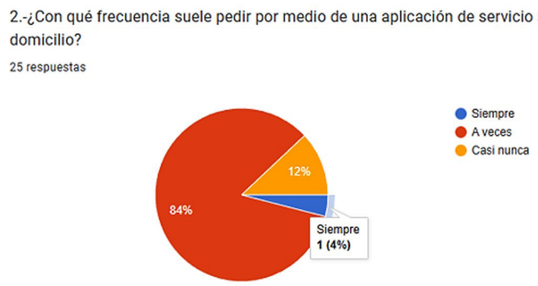
Se realizó una encuesta a 25 estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital la cual consta de 6 preguntas.

En la Gráfica 1 se determinó que el 96 % de los encuestados han realizado pedidos por medio de una aplicación móvil y sólo el 4 % respondió que no.



Gráfica 1. Pedidos por medio de una aplicación móvil

En la Gráfica 2 se determinó que el 84 % de los encuestados a veces pide por medio de una aplicación de servicio a domicilio, el 12 % casi nuca utiliza este tipo de servicio y el 4 % siempre.



Gráfica 2. Frecuencia de usar una aplicación de servicio a domicilio.

En la Gráfica 3 se determinó que el 64 % de los encuestados ha tardado de 10 a 15 minutos en pedir y esperar su comida en la cafetería y el 36 % ha tardado de 15 a minutos.



Gráfica 3. Tiempo que tarda en pedir y esperar.

Gráfica 3. Tiempo que tarda en pedir y esperar.



Gráfica 4. No pueden ir a la cafetería.



Gráfica 5. Tener aplicación móvil en el tecnológico superior.

Fases de desarrollo

En la Ilustración 1 se muestra el diagrama de flujo que se siguió para desarrollar la aplicación denominada “ECONOSERVI”.

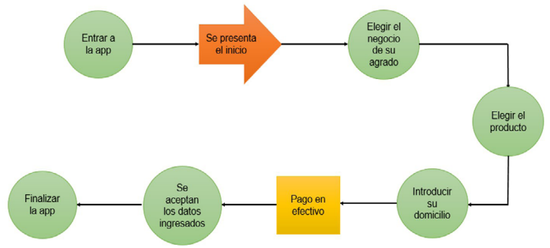


Ilustración 1. Diagrama del funcionamiento de la aplicación móvil.

Resultados

En la Ilustración 2 se muestra el apartado en el que se le pregunta al usuario si da el consentimiento a la aplicación para conocer su ubicación, así como también se le solicita su número de teléfono para que se esa manera le llegue una notificación con un código de verificación por parte de ECONOSERVI.

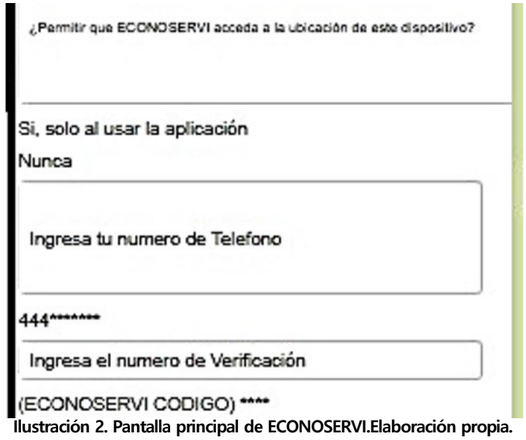


Ilustración 2. Pantalla principal de ECONOSERVI.Elaboración propia.

En la Ilustración 3 se muestran los “Términos y condiciones del uso y política y privacidad” con la que cuenta ECONOSERVI la cual va dirigida al usuario de manera de mensaje donde el tendrá la decisión de aceptar o no los términos de la app.



Ilustración 3. Términos y referencias de ECONOSERVI.

En la Ilustración 4 se muestran los espacios para colocar los datos de registro para clientes para colocar usuario y contraseña.



Ilustración 4. Pantalla para registro de los datos de los clientes.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los productos ofertados en la plataforma de ECONOSERVI.



Categorías de productos	Productos	Precio por unidad ($/MXN)	Cantidad de productos vendidos por mes	Costo de las unidades vendidas ($/MXN)
Desayunos	Coctel de frutas	$ 55.00	60	$ 3,300.00
	Huevo cocido	$ 50.00	70	$ 3,500.00
	Huevo estrellado	$ 25.00	40	$ 1,000.00
Comidas	Burritos de Discada	$ 18.00	70	$ 1,260.00
	Filete de arrachera con papas	$ 65.00	30	$ 1,950.00
	Filete de pollo	$ 60.00	60	$ 3,600.00
	Gorditas	$ 15.00	200	$ 3,000.00
	Molletes	$ 15.00	50	$ 750.00
	Sopes	$ 17.00	150	$ 2,550.00
	Torta de Bistec preparada	$ 35.00	80	$ 2,800.00
Snacks	Elote preparado	$ 15.00	30	$ 450.00
	Nachos	$ 25.00	40	$ 1,000.00
	Ensalada de verduras	$ 25.00	80	$ 2,000.00
	Rebanadas de arrachera	$ 45.00	40	$ 1,800.00
	Tortas Preparadas	$ 20.00	100	$ 2,000.00
				$ 30,960.000
				Total de ingresos

Tabla 1. Resultados de ECONOSERVI®.

La necesidad que se pretende cubrir con ECONOSERVI es reducir el tiempo de espera para comprar y esperar un producto.

El pilotaje se realizó en la cafetería del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Ccapital. Dicho pilotaje fue realizar el diseño de una página web como simulación de la aplicación de ECONOSERVI.

En la Ilustración 4 se muestran las opciones de menú de la aplicación (inicio, “acerca de”, “contáctanos”, donde esta la lupa es para “búsqueda”, el carrito para comprar y el icono de persona es para las notificaciones del usuario), aquí es la presentación de la página Web se observa en que lugar se hizo el pilotaje,el logotipo y un mensaje de bienvenida.



Ilustración 4. Inicio de la aplicación ECONOSERVI.

Al hacer click “en acerca de” se mostrará la imagen de la Ilustración 5 en la pantalla donde dice el lugar y un mensaje de por qué se hizo la aplicación móvil de ECONOSERVI.





Ilustración 5. Mensaje de inicio de la apliCación ECONOSERVI.

En el apartado que dice “contáctanos” (Ilustración 6) se menciona que se pueden dejar comentarios, y se muestra la ubicación de la cafetería por medio Google Maps®.



Ilustración 6. Medio de contacto de ECONOSERVI y localización geográfica del ITSSLPC

En la Ilustración 7 se muestran las categorías de los productos (desayunos, comida y snacks), debajo se da la opción de compra.



Ilustración 7. Ejemplo de productos disponibles en la cafetería del ITSSLPC.

Al hacer click en “comprar” abre un menú de los productos que se encuentran en la categoría elegida y el precio, al final de la pantalla se muestra la dirección de la cafetería, las categorías de productos y el menú de las opciones (Ilustración 8).



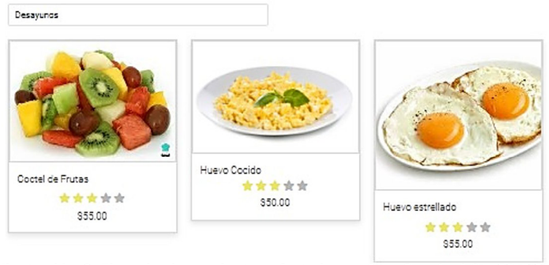


Ilustración 8. Ejemplo de productos ofertados en la cafetería del ITSSLPC con precios y opiniones.

En la Ilustración 9 se muestran los servicios que ofrece la aplicación ECONOSERVI.

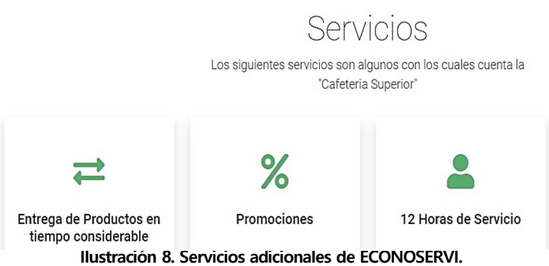


Ilustración 8. Servicios adicionales de ECONOSERVI.

Conclusiones

En el resultado global encontramos que la población estudiada aceptó con buen impacto la planeación de la implementación del proyecto; puesto que, tanto alumnos como personal docente y administrativo la mayoría de las veces se encuentran ocupados y no cuentan con la disposición de tiempo suficiente para poder adquirir productos de consumo dentro de las instalaciones de la cafetería de la universidad. Es por ello que nuestra aplicación ha recibido buena aceptación por parte de a quienes está dirigida dicha idea; si se llega a llevar a cabo su ejecución lograremos facilitar el acceso a los alimentos, a la vez que generamos un resultado positivo en cuanto a tiempos de entrega y recibimiento del producto tanto por la facilidad de llevarlo a las manos del comprador como por el coste económico.

Referencias

Asociación de Productos y Servicios. (9 de Octubre de 2019). Asociación de Productos y Servicios. Obtenido de http://wwwgoogle.com.mx/books?id=xk7l9MCJZFsC&printsec=frontcover&dq=investigacion+por+encuesta&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjmqcGnoqnsAhVGop4KHV8pBGAQ6AEwBnoECAcQAg#v=onepage&q=investigacion%20por%20encuesta&f=false

Cacho Elizondo, S., & Lázaro Álvarez , J. D. (2022). Transformación digital de los negocios de networking marketing,multinivel y ventas directas. El impacto de nuevas herramientas y plataformas digitales. SciELO, 13-41.

Escamilla, O. (8 de Abril de 2020). Merca2.0. Obtenido de https://www.merca20.com/el-camino-que-deben-seguir-las-delivery-apps-para-conquistar-a-los-consumidores/

Fernández, R. (27 de Septiembre de 2022). Statista. Obtenido de https://es.statista.com/estadisticas/1330721/plataformas-de-reparto-de-comida-con-mas-usuarios-mundiales/#:~:text=Delivery%20Hero%2C%20a%20trav%C3%A9s%20de%20marcas%20subsidiarias%20tan,posici%C3%B3n%20Just%20Eat%2C%20con%2099%20millones%20de%20usuarios.

Galeano, S. (26 de Julio de 2023). Top 10: Apps del súper que te llevan la despensa a domicilio en México. Obtenido de Marketing 4 Ecommerce - Tu revista de marketing online para e-commerce: https://elpais.com/tecnologia/tu-tecnologia/2023-03-17/asi-funcionan-las-apps-para-ahorrar-en-la-compra-en-el-supermercado.html

Generación Anáhuac. (28 de Septiembre de 2020). Industria delivery: el nuevo boom económico de México. Obtenido de https://www.anahuac.mx/generacion-anahuac/industria-delivery-el-nuevo-boom-economico-de-mexico

Hernández, N. L. (13 de Mayo de 2018). Apps ganan terreno en servicio a domicilio de comida. El Universal San Luis Potosí.

Mariana, R. (25 de 11 de 21). marketing4ecommerce.mx. Recuperado el 04 de 23, de https://marketing4ecommerce.mx/las-plataformas-de-delivery-ayudan-a-incrementar-32-al-sector-restaurantero-en-mexico/

Omar, E. (8 de Abril de 2020). Merca2.0. Obtenido de https://www.merca20.com/el-camino-que-deben-seguir-las-delivery-apps-para-conquistar-a-los-consumidores/

Pacheco, C. (06 de Junio de 2023). 5 mejores aplicaciones para pedir el súper a domicilio. Obtenido de https://bcompras.milenio.com/reviews/aplicaciones-super-a-domicilio

Ramos, M. (25 de Noviembre de 2021). marketing4ecommerce.mx. Obtenido de https://marketing4ecommerce.mx/las-plataformas-de-delivery-ayudan-a-incrementar-32-al-sector-restaurantero-en-mexico/

Tecnipesa. (2023). Lector de códigos QR. Obtenido de https://www.tecnipesa.com/productos/lectores-codigos-barras/lector-codigos-qr

Toeniskoetter, C. (20 de Septiembre de 2022). Lots of Food Gets Tossed. These Apps Let You Buy It, Cheap. https://www.nytimes.com/2022/09/20/climate/food-waste-app.html.



COMPETITIVIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL: UN ENFOQUE SUSTENTABLE EN LOS TALLERES DE ARTESANÍAS EN YUCATÁN



Irazú Guadalupe Baeza-Cornel1, Hermila Andrea Ulibarri-Benítez2, Andrés Miguel Pereyra-Chan2, Mayanin Asunción Sosa-Alcaraz2

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Avenida Tecnológico S/N. 97118 Mérida, Yucatán México. Estudiante de maestría1, Profesor2

mg22081343@merida.tecnm.mx, hermila.ub@merida.tecnm.mx, andres.pc@merida.tecnm.mx, mayanin.sa@merida.tecnm.mx

Abstract

In community craft workshops, the need to preserve the resources used in their daily activities and to remain competitive in an environment with other workshops and even industrial enterprises becomes evident. The objective of this work is to the importance of adopting competitive strategies that promote the integration of sustainable practices in the production of crafts, thereby enhancing the market positioning of workshops that choose this approach. Moreover, this becomes a key factor supported not only in environmental protection but also in corporate social responsibility, and how the adoption of sustainable strategies can enhance the workshops' image as a business, resulting in increased long-term income and profitability. The case study presented here is two craft workshops in Dzityá, Yucatán. The reflection is that craft workshops preserve their cultural value and diversify their products, through environmental and sustainable management models that can be seen as a source of competitive advantage.

Keywords: Competitiveness, competitive strategy, sustainability, and social responsibility.

Resumen

En los talleres comunitarios de artesanías, se hace evidente la necesidad de preservar los recursos utilizados en su actividad diaria como también el mantenerse vigentes en un entorno de competencia con otros talleres e incluso con industriales. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la importancia de adoptar estrategias competitivas que fomenten la integración de prácticas sustentables en la elaboración de artesanías, mejorando el posicionamiento en el mercado de los talleres artesanales que opten por esta modalidad. Además, este se constituye como factor clave apoyado no sólo en la protección del medio ambiente, sino en la responsabilidad social empresarial y cómo la adopción de estrategias sostenibles puede mejorar la imagen de los talleres como empresa, lo que se traduce en mayores ingresos y rentabilidad a largo plazo. Como caso de estudio se presenta dos talleres artesanales de Dzityá, Yucatán. La reflexión es que los talleres de artesanías conserven su valor cultural y diversifiquen sus productos, mediante modelos de gestión ambiental y sostenible que puedan ser vistos como una fuente de ventaja competitiva

.**Palabras clave:** Competitividad, estrategia competitiva, sustentabilidad y responsabilidad social.

Introducción

La sustentabilidad es un asunto que ha cobrando importancia a lo largo del tiempo y en los micronegocios no es la excepción, pues cada vez más empresas buscan reducir el impacto que pudieran tener en el medio ambiente como respuesta a los nuevos tiempos que demandan mayores compromisos de los productores con la sociedad. Es así que la utilización de recursos naturales en la creación de productos y servicios no solo ha causado problemas socioambientales, sino también perjuicios para las empresas que agravan esta problemática al enfrentase a un escenario de desventaja competitiva (Aristizábal. et al., 2012) respecto a otras cuyas prácticas distan significativamente de considerarse socialmente responsables y sustentables.

Considerando este escenario, el propósito de este trabajo es analizar cómo las estrategias competitivas se relacionan como parte de la sustentabilidad a través de la responsabilidad social en los talleres de artesanías, explicando la importancia y los beneficios de la sustentabilidad como resultado de una ventaja competitiva.

Las empresas socialmente responsables surgen desde las acciones sociales, y según Parmar et al., (2020) esto ha tomado interés porque la sociedad exige mejores prácticas por parte de las empresas; es decir, se espera que sus impactos socioambientales no sean negativos.

En este sentido, los autores Siegele y Ward (2007) examinan cómo los acuerdos multilaterales relacionados con la protección del medio ambiente se conectan con la responsabilidad social, destacando entre los objetivos la relevancia para los vínculos entre la responsabilidad social corporativa y el medio ambiente: 1) encontrar los requisitos mínimos a nivel mundial en lo que respecta a estándares comerciales relacionados con el medio ambiente; 2) cuestión emergente en la agenda de la RSE, que se enfoca en la relación de las empresas con el desarrollo sostenible; 3) creación de un estándar global para guiar a las organizaciones en cuanto a su responsabilidad social. Este estándar sería el ISO 26000. Sin embargo, hay pocos estudios sobre talleres artesanales abordando el tema de sustentabilidad como parte de su responsabilidad social y estrategias competitivas.

o estrategias competitivas dentro del comercio electrónico.

Competitividad

La competitividad en las empresas surge como parte del aprendizaje y negociación entre los diversos grupos colectivos que representan la

dinámica y conducta organizacional. Las empresas con competitividad esperan ser rentables económicamente, competir con empresas a nivel global y mantener su ventaja competitiva en el largo plazo. Para que una empresa sea competitiva deben cubrir ciertos factores: a) planeación estratégica, b) innovación, c) capital humano, d) producción, entre otros (Jiménez et al., 2018).

La competitividad en la actualidad busca un equilibrio entre lo que se necesita interna y externamente para alcanzar una mejora continua, y que permita ser a una empresa resiliente ante la falta de recursos económicos, tecnológicos y físicos (Karman y Savanevičienė, 2021). Por su parte, Carrasco et al., (2021) complementa este concepto en el ámbito empresarial refiriéndose a él como la habilidad de las empresas para fabricar productos y servicios de manera eficaz, a precios asequibles y con una alta calidad, permitiéndoles competir en un mercado competitivo.

Además, la competitividad implica la capacidad de crecer y mantenerse en el mercado a largo plazo en un entorno donde las empresas están sujetas al cambio constante con estrategias comerciales, capacitación del personal, mejores técnicas de producción, en general, a medidas destinada hacia la mejora continua que ayudan al éxito de sus productos afrontando con mejores herramientas los desafíos futuros, permitiendo a la empresa consolidarse gracias a la confianza generada y por su propuesta de valor única

Sustentabilidad

En la actualidad, la exposición de los productores ante los consumidores es mucho mayor de lo que se hubiera podido imaginar hace 5 o 10 años. Tales variaciones propician nuevas exigencias ante rápidos procesos de cambio donde las empresas enfrentan importantes retos que hasta hace algunos años no eran apremiantes, al menos en el entorno de los micronegocios en México, como el cuidado del medio ambiente, y en sentido más amplio, la sustentabilidad.

La sustentabilidad es la integración de diversas disciplinas, naturales y sociales, repensando sus métodos y aplicación. Sin embargo, todavía falta esa práctica transdisciplinaria y participativa que ponga a la ecología, política y economía en una sola dirección (Toledo, 2020). La investigación participativa y transdisciplinaria es cuando las personas de una comunidad se involucran con otros actores regionales en diversos saberes y experiencias para dar respuesta a problemáticas socioambientales. Por eso, para responder a la sustentabilidad, las empresas e industrias necesitan comprender y establecer relaciones ecológicas y sociales basadas en un nuevo paradigma de competencia y responsabilidad.

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU, 1993), también conocida como la Cumbre de la Tierra, se concluyó que para lograr el desarrollo sostenible es importante que las políticas y prácticas a nivel local, nacional, regional e internacional estén integradas y equilibradas. Esto implica tener en cuenta las implicaciones sociales, económicas y ambientales de cualquier acción que se tome; además, es necesario fomentar la colaboración entre los gobiernos y el sector privado, para lograr un desarrollo sostenible a largo plazo, es esencial que la sociedad civil y las comunidades se unan en la construcción de un paradigma basado en procesos más resilientes. Este enfoque revaloriza el territorio y promueve técnicas y conocimientos que conducen a la construcción del desarrollo en su sentido más amplio. La idea de la sustentabilidad del desarrollo implica una visión más amplia y profunda de la economía y de cómo se relaciona con la sociedad y el medio ambiente. En lugar de enfocarse únicamente en el crecimiento económico a corto plazo, la sustentabilidad del desarrollo busca crear un modelo de crecimiento que sea sostenible a largo plazo y que no cause daños irreparables al medio ambiente. La sustentabilidad es, por lo tanto, un valor clave para garantizar el bien común y la equidad social, ya que promueve un modelo de desarrollo que tiene en cuenta las necesidades de todos los miembros de la sociedad y su relación con el medio ambiente. Además, fomenta una economía basada en la eficiencia y la innovación, en lugar de la explotación indiscriminada de los recursos naturales (Gelasio y Sotomayor, 2019).

Relación de la competitividad y la sustentabilidad

“Las compañías sustentables son aquellas que crean valor para los clientes a través de actos que son responsables en los ámbitos social, ambiental y ético” (Kotler P & Armstrong G, 2012). La competitividad y la sustentabilidad son dos conceptos que se han abordado desde diversas perspectivas. En algunos casos, se ha considerado que la búsqueda de la competitividad puede generar impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, lo que ha llevado a cuestionar su compatibilidad con la sustentabilidad. Sin embargo, hay evidencias que demuestran que la sostenibilidad no solo es compatible con la competitividad, sino que puede ser una fuente de ventaja competitiva para las empresas y países que adoptan prácticas sostenibles.

En el caso de las empresas familiares rurales (talleres artesanales), tienen el objetivo de dejar a las siguientes generaciones el negocio (San Martin y Duran, 2017), y con ello, aseguran la continuidad. Como ejemplo, Miroshnychenko et al. (2021) llevó a cabo un estudio en 43 países por diez años; ellos determinaron que las empresas que no son familiares tienden a crecer en menor proporción, a diferencia de aquellas familiares. Esto principalmente se debe a la riqueza socioemocional y cultural, ese vínculo de pertenencia que les da una visión a largo plazo para realizar una transición intergeneracional. De hecho, algunas características que fomentan las empresas familiares rurales son la confianza, igualdad, solidaridad, cooperación, entendimiento mutuo, que garantiza la armonía entre lo económico, social con una conciencia del mejoramiento ambiental; esto genera buena reputación, imagen y atrae a nuevos clientes; lo cual relaciona la competitividad con la sustentabilidad (Niño y Cortés, 2018).

Por otro lado, la sustentabilidad se enfoca en la capacidad de mantener el desarrollo económico, social y ambiental a largo plazo (ONU, 1987). Esto implica la adopción de prácticas más eficientes en el uso de los recursos, el desarrollo de tecnologías limpias y la mejora de la reputación empresarial. A menudo se piensa que la sustentabilidad es costosa y que puede reducir la competitividad de las empresas y países. Sin embargo, la sustentabilidad puede ser una fuente de ventaja competitiva para las empresas y países que adoptan prácticas sostenibles. En muchos casos, la adopción de prácticas sostenibles puede generar beneficios tanto para la empresa como para la sociedad y el medio ambiente.

En el estudio Sustentabilidad como estrategia competitiva en la gerencia de pequeñas y medianas empresas en México presentado por Ortiz (2021) y tomando como área de diagnóstico la zona metropolitana de Jalisco, sostiene que, pese a la falta de políticas orientadas a fomentar la sustentabilidad en las empresas, este elemento debe verse como una habilidad que puede proporcionar una ventaja competitiva duradera, evidenciando lo que Toledo (2020) considera como una desarticulación transdisciplinaria y participativa.

El concepto de responsabilidad social

A fines de los 90’s surge los objetivos del milenio sobre el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente, la justicia social, y la equidad en el desarrollo económico (Marquina y Garriga, 2016), donde las empresas empiezan a asumir su responsabilidad ante los impactos de sus actividades productivas. Antelo y Robaina (2015) definen a la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) “como un compromiso continuo que tienen las empresas de contribuir al desarrollo sustentable económico, buscando el bienestar de sus empleados, familias, así como la comunidad local y de la sociedad en general”.

Entonces, la responsabilidad social de una empresa debe buscar el equilibrio entre lo social, económico y ambiental. Se puede entender la responsabilidad social empresarial como parte integral de su identidad, ya que refleja los valores, filosofía y modus operandi de la organización fundamentales para mantener los más altos estándares éticos, morales y legales dentro de la empresa como apoyo para su crecimiento, mantenimiento y estabilidad plasmando todo esto en la visión y misión de la organización (Rueda, 2017).

La importancia de la responsabilidad social en la actualidad radica en la correcta aplicación de acciones sustentables y ética empresarial (Global Compact, 2020), porque las empresas tienen un papel fundamental en la sociedad, donde su compromiso con el bienestar social y el medio ambiente son cada vez más valorados tanto por los consumidores como por otros actores relevantes. Además, la implementación de prácticas socialmente responsables puede mejorar la imagen corporativa y la competitividad, así como aumentar la lealtad de los consumidores y empleados, pues de acuerdo con Bom (2021), la integración de la responsabilidad social requiere de las estrategias y operaciones de la empresa con un enfoque en sus impactos en directivos,

trabajadores, clientes, accionistas, inversionistas, proveedores, medio ambiente, comunidad, sector público y competidores.

En un mundo donde el cuidado del medio ambiente y la justicia social son cada vez más importantes, las empresas que se comprometen con la RSE tienen la oportunidad de contribuir a un mundo más sostenible y equitativo.

Responsabilidad social en los talleres de artesanías

Se puede entender que la perspectiva de Responsabilidad Social ofrece una nueva manera de entender el papel de los talleres de artesanías y otras pequeñas empresas, y cómo abordar los problemas y desafíos de la sociedad. Esta nueva visión considera que las empresas son partes esenciales de la sociedad, y no solo generadoras de empleo y productos, sino también capaces de transformar las sociedades en las que operan, y respetar los derechos de las personas. Para lograr los objetivos de la Responsabilidad Social Artesanal, es necesario que la gestión empresarial se base en dos principios: la sostenibilidad y el aumento del valor, los cuales deben ser considerados como una única estrategia que promueva la responsabilidad frente a la sociedad y a su vez fortalezca la competitividad del negocio (Fundesarte, 2010).

Continuando con este autor, ambos conceptos deben de integrarse para el impulso de la competitividad y la responsabilidad hacia la sociedad, por lo que, la artesanía puede considerarse socialmente responsable cuando impacta positivamente en el desarrollo local, promueve la cohesión social y minimiza los impactos negativos sobre las personas y el medio ambiente. Por sus características, la compatibilidad entre responsabilidad social empresarial y sustentabilidad no son conceptos ajenos, sino que se complementan de manera mutua en la generación de valor más que de carácter económico.

Implicaciones y beneficios de las estrategias competitivas en los talleres de artesanías como parte de la sustentabilidad

Hofmann et al., (2014) comentan que hay poco conocimiento sobre los riesgos que enfrentarían las corporaciones al abordar los problemas de sustentabilidad, y cómo podrían generarles pérdidas. Por eso, habría que considerar estudios más profundos acerca de los posibles riesgos e implicaciones de la sustentabilidad como estrategia competitiva en una relación compleja del ámbito empresarial.

La gestión de riesgos corporativos está evolucionando para responder a las necesidades de diversos actores como inversionistas, empleados, clientes, proveedores, así como de las comunidades locales en donde opera la empresa. Estos actores comunitarios deberían asegurar que esos riesgos sean gestionados adecuadamente por las empresas y no tengan mayores implicaciones para la comunidad y los propios talleres artesanales (Sehnem et al., 2020).

Los principios rectores de la responsabilidad social artesanal son la sostenibilidad y el valor, y sus principales impactos se manifiestan en la sociedad y la cultura, así como en la economía y el medio ambiente. Desde un punto de vista social, la actividad artesanal es generadora de empleo y promueve el bienestar de las personas, en el ámbito ambiental las ventajas competitivas se basan en minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y asegurar que cualquier impacto generado sea leve y reversible. En cuanto al principio de valor se consideran los aspectos económicos, de calidad y cultura, teniendo como ventajas competitivas el cumplimiento de expectativas de ingresos, aumento de calidad en el producto y aprecio de los clientes vinculado con la tradición y lo natural-auténtico (Fundesarte, 2010).

El tema de la gestión artesanal sostenible y competitiva apoyada por políticas públicas, sigue ausente en la literatura y a nivel gobierno. No hay modelos de gestión para un sector que apuesta por la personalización, especialización productiva e inclusión social de las personas que se dedican al arte y la cultura (Sehnem et al., 2020). También, la propuesta de implementar prácticas sustentables en la gestión de recursos de uso artesanal no sólo aseguraría la permanencia de las poblaciones de especies utilizadas, sino que también podría servir como un incentivo para proteger y preservar áreas naturales importantes. Por ello, un marco legal y modelo sustentable y competitivo de los talleres artesanales en Yucatán es necesario.

Dos Talleres de Artesanías en Dzityá, Yucatán como caso de estudio

Dzityá, Yucatán es una de las comisarías que componen el territorio municipal de la ciudad de Mérida, se localiza a 15 km. al noroeste del centro de la capital yucateca (INEGI, 2020). Es una comisaría con una tradición artesanal de varias generaciones, convirtiéndola en una actividad familiar y de forma empírica. Sus principales productos artesanales son de madera torneada y piedra de cantera. Estas actividades artesanales son el ingreso económico principal para muchas familias; además, de que representan la herencia cultural y artística de la comunidad. La artesanía de Dzityá es conocida en todo el estado, el país y hasta en el extranjero.

Muchos talleres artesanales de la comisaría han estado participando en investigaciones de acción participativa, junto con el Instituto Tecnológico de Mérida. En este trabajo se exponen dos experiencias en relación con la sustentabilidad y las oportunidades que tienen esos dos talleres artesanales de ser socio ambientalmente responsables. El primer caso es un taller de piedra y el segundo es de madera torneada. Ambos presentan una sustentabilidad limitada social y ambientalmente; es decir, las actividades del taller de piedra generan una contaminación de polvo blanco en toda la comunidad y las condiciones de seguridad e higiene de los trabajadores son mínimas. Mientras que, el taller de madera tiene un mal manejo de residuos peligrosos para el ser humano y medio ambiente, tal como los barnices y pegamentos, así como el contacto directo de virutas o retazos de madera al suelo.

Respecto a su responsabilidad social y ambiental, ambos talleres muestran signos de peligros y riesgos en la salud del personal que trabaja en ellos; además, tienen un nivel bajo de capacitación, existencia de conflictos entre diferentes talleres, y un entorno de competencia en el mercado muy alto. Sus capacidades en mercadotecnia y las relaciones con sus clientes son limitadas para ambos talleres. En general, les falta trabajar más hacia el logro de la sustentabilidad; falta que mejoren su gestión y procesos específicos, acompañados de la responsabilidad socioambiental, y que mejoren no solo en el sector económico, sino también en el rubro ambiental y social.

Las implicaciones para muchos talleres artesanales en Yucatán, no solo es la falta de políticas públicas, sino también la falta de recursos, mala gestión y capacitación que se tiene en este sector. Como menciona Sehnem et al (2020) en las pequeñas empresas rurales que se dedican al arte y cultura no hay modelos de gestión y especialización productiva. Ni tampoco hay políticas públicas que apoyen la actividad artesanal en el estado. No hay una dirección o estrategia que ayude a los artesanos de las comunidades en relación con propiedad intelectual, gestión socioambiental, o de mercado. Por eso, la urgencia de que sean los propios talleres artesanales los que generen sus propias oportunidades, a través de la innovación y procesos productivos con un enfoque de sustentabilidad y responsabilidad moral.

Sin duda, las áreas de oportunidad son múltiples como aumentar las capacidades en torno al tema de sustentabilidad, estrategias competitivas y responsabilidad social. Si los talleres empiezan a tener una visión empresarial, la inversión en capital humano, natural y económico podría dar un giro a sus oportunidades en el mercado a través de su ventaja competitiva, y ver a esos pequeños negocios que son los talleres artesanales, cuidando el medio ambiente, a sus empleados y clientes potenciales. Por eso, la realización de un estudio a corto plazo sobre cómo potenciar la competitividad y sustentabilidad de los talleres artesanales de Yucatán, mediante una propuesta de planeación estratégica de responsabilidad social, sería muy relevante.

Conclusión

La realidad para muchos talleres artesanales es compleja y no existe una respuesta absoluta. Toda empresa pequeña, grande, urbana o rural, presenta dificultades económicas, ambientales y sociales; en particular, las microempresas rurales trabajan en condiciones desfavorables en cuanto a infraestructura, de capacidad, de mercadotecnia, entre otras. De hecho, las instituciones y los fondos gubernamentales han eliminado el apoyo a este sector. Por ello, la oportunidad de desarrollar habilidades y capacidades que los permita alcanzar la sustentabilidad, siendo socioambientalmente responsable es posible con el apoyo de políticas y sinergias con otros talleres de la misma comunidad.

La responsabilidad social en los talleres artesanales puede ser vista como una ventaja competitiva en varios aspectos. Primero, al implementar prácticas responsables que aseguran la permanencia de los recursos utilizados, se crea una imagen positiva del taller artesanal y se gana la lealtad de los clientes que valoran la sustentabilidad y la

responsabilidad social. Además, la adopción de prácticas sustentables puede mejorar la posición en el mercado y asegurar la competitividad a largo plazo de los negocios de artesanías. Esto es importante porque la actividad artesanal puede romper con esquemas capitalistas, rescatando la propia cosmovisión en el desarrollo de los productos artesanales, proporcionando un valor agregado y diferenciado en cada pieza artesanal.

En la implementación de estrategias competitivas desde la responsabilidad social, se requiere que los talleres artesanales dentro de la comunidad de Dzityá, Yucatán, tengan un enfoque holístico, involucrando no solo la sustentabilidad en el manejo de los recursos, sino también en el ámbito social, económico y cultural. Además, los modelos de gestión ambiental y sostenible pueden ser vistos como una fuente de ventaja competitiva que crea oportunidades adicionales para la creación de artesanías basada en la diversificación y el valor cultural.

Los talleres artesanales que adoptan una perspectiva más responsable y ética pueden mejorar su reputación en el mercado, ganando un mayor número de clientes y aumentando su lealtad; su impacto social y ambiental es mucho más positivo y puede contribuir al desarrollo sustentable de la comunidad a largo plazo. Sin embargo, a pesar de que la responsabilidad social puede ser vista como una ventaja competitiva en los talleres artesanales, no es una tarea fácil. Las pequeñas empresas rurales que desean aprovechar esta ventaja competitiva deben enfrentar desafíos en términos de costos, capacitación, y hasta de disponibilidad de recursos para la elaboración de las artesanías.

Referencias

+Almanza Jiménez, R., Calderón Campos, P. y Vargas Hernández, J. (2018). Los factores internos de la pymes y su influencia en la competitividad (caso sector comercio en Lázaro Cárdenas Michoacán, Revista de Derecho, Empresa y Sociedad, 19, pp. 247-262.

Antelo, Y., y Robaina, D. (2015). Análisis de la Responsabilidad Social Empresarial basado en un modelo de Lógica Difusa Compensatoria. Ingeniería Industrial, 36(1), pp. 58-69. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v36n1/rii07115.pdf

Aristiazábal, H., Arango-Serna y Restrepo-Baena. (2012). Sostenibilidad Corporativa y Capacidades de Innovación: Una Aporximación al Aprovechamiento de los Recusos Naturales. Boletín de Ciencias de la Tierra, (32), 5-14. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302012000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Bom Camargo, Y. I. (2021). Hacia la responsabilidad social como estrategia de sostenibilidad en la gestión empresarial. Revista de Ciencias Sociales, 27(2), 130-146. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927655

Carrasco Vega, Y. L., Mendoza Virhuez, N.E., López Cuadra, Y. M., Mori Zavaleta, R. y Alvarado Ibáñez, J. C. (2021). La competitividad empresarial en las Pymes: Retos y alcances. Revista Universidad y Sociedad, 13(5), pp. 557-564.

Fundación Española para la Innovación de la Artesanía [Fundesarte], (2010). Metodología y Guía de Responsabilidad Social para artesanos y PYMES del ámbito rural. Obtenido de https://www.sustentia.com/responsabilidad-social/

Gelasio, V., y Sotomayor, S. (2019). ¿Qué significa sustentabilidad? Obtenido de https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501_QueeslaSustentabilidad_VictorSS.pdf

Global Compact (2020), ¿Qué es el Global Compact? Obtenido de https://pactomundial.org.mx/que-es-el-pacto-mundial/

Hofman, H., Busse, C., Bode, C., & Henke, M. (2014). Sustainability-Related Supply Chain Risks: Conceptualization and Management. Business Strategy and the Environment, 23(3), 160-172. Obtenido de doi:https://doi.org/10.1002/bse.1778

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/?ps=microdatos

Karman, A., y Savanevičienė, A. (2021). Enhancing dynamic capabilities to improve sustainable competitiveness: insights from research on organisations of the Baltic region. Baltic Journal of Management, 16(2), 318-341. https://doi.org/10.1108/BJM-08-2020-0287

Kotler, P., y Armstrong, G. (2012). Marketing. (14ª Ed). México: Pearson Educación.

Marquina, P., & Garriga, E. (2016). Conceptos y tendencias actuales de la responsabilidad social. En Empresas responsables y competitivas: el desafío de hoy, pp. 3-31. Perú: Pearson Educación.

Miroshnychenko, I., De Massis, A., Miller, D., y Barontini, R. (2021). Family business growth around the world. Entrepreneurship Theory and Practice, 45(4), 682-708. https://doi. org/10.1177/1042258720913028

Niño Benavides, T. D. P., y Cortés Cortés, M. I. (2018). Comunicación estratégica y responsabilidad social empresarial, escenarios y potencialidades en creación de capital social: una revisión de la literatura. Revista Prisma Social, (22), 127–158.

Organización de las Naciones Unidas (1987). Desarrollo y Cooperación Económica Internacional: Medio Ambiente. Obtenido de https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (1993). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Resoluciones Aprobadas en la Conferencia. Obtenido de https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/58/PDF/N9283658.pdf?OpenElement

Ortiz Palafox, K. H. (2019). Sustentabilidad como estrategia competitiva en la gerencia de pequeñas y medianas empresas en México. Revista Venezolana de Gerencia, 24(88). Venezuela: Universidad Zulia.

Parmar, Bobby; Freeman, Edward; Harrison, Jeffrey; Purnell, Antony y De Colle, Simone (2020), Stakeholder Theory: The State of the Art. The Academy of Management Annals, 1(3), pp. 403-445.

Rueda, J. (2017). La Responsabilidad Social Empresarial como Estrategia que Contribuye al Éxito Corporativo. Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333881475

San Martín, J. M., y Durán, J. A. (2017). Radiografía de la empresa familiar en México. México: Fundación Universidad de las Américas - Universidad de las Américas Puebla.

Sehnem, S., Piekas, A., Bau Dal Magro, C., Fabris, J., & Leite, A. (2020). Public policies, management strategies, and the sustainable and competitive management model in handicrafts. Jounal of Cleaner Production, 266(1). Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121695

Siegele, L., & Ward, H. (2007). Corporate social responsibility: a step towards stronger involvement of business in mea implementation? Journal compilation of the Foundation for International Environmental Law and Development, 16(2), 135–144.

Toledo, V. (2020). ¿De qué hablamos cuando hablamos de Sustentabilidad? Revista Internacional de Salario Dignos, 1(02), 61-85. Obtenido de https://revistasinvestigacion.lasalle.mx/index.php/OISAD/article/view/2554





DISEÑO DE PLANTA EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN DEL MEZCAL

Víctor Samuel Vilchis Bravo[1]*, Martín Oliva Rangel[1], Jesús Eduardo Villagómez Orozco[1], Agustín Escamilla Martínez[1]

[1]CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada.

Avenida del Retablo #150. Colonia Constituyentes Fovissste. Santiago de Querétaro, Querétaro. C.P. 76150

Autor para correspondencia:

Abstract

The design of an experimental plant model for mezcal production is presented, under the concept of living lab, with the versatility to produce Ancestral and Artisanal Mezcal. The main purpose is that the mezcal producer who owns rustic farms can visualize, experiment, and evaluate on site, each stage of the process, through the integration of simple equipment and devices to achieve improvements in the quality of the product, without altering what is established in the current regulations. The concept will allow closing the cycle by applying the acquired knowledge gradually in its own installation. The concept developed includes the following stages of the process: reception of pineapples, cutting, cooking, milling, fermentation and distillation. The model is not limited to the mezcal process and can be implemented to obtain other spirits such as Raicilla, Bacanora and Sotol, among others, which have similar production processes and regulations.

Resumen

Se presenta el diseño de un modelo de planta experimental para la producción de mezcal, bajo el concepto de living lab, con la versatilidad para producir Mezcal Ancestral y Artesanal. El propósito fundamental es que el productor de mezcal que posee explotaciones rústicas visualice, experimente y evalúe en sitio, cada etapa del proceso, a través de la integración de equipos y dispositivos simples para lograr mejoras en la calidad del producto, sin alterar lo establecido en la normatividad vigente. El concepto permitirá cerrar el ciclo aplicando los conocimientos adquiridos, de forma gradual en su propia instalación. El concepto desarrollado incluye las siguientes etapas del proceso: recepción de piñas, corte, cocción, molienda, fermentación y destilación. El modelo, no está limitado al proceso de mezcal, y puede implementarse para la obtención de otras bebidas espirituosas tales como Raicilla, Bacanora y Sotol, entre otros, que cuentan con proceso de elaboración y normatividad similares.

Introducción

Oaxaca, situado en el suroeste de México, es un estado reconocido por su rica herencia cultural y una arraigada tradición en la producción de mezcal que se ha convertido en un símbolo de cultura y tradición. Las comunidades indígenas, conservan prácticas ancestrales y conocimientos tradicionales que han sido transmitidos de generación en generación, especialmente en lo que respecta a la producción de mezcal. La introducción de nuevos conceptos y tecnologías a sus procesos tradicionales resulta en una tarea lenta. En consideración de este hecho, la implementación de un sistema experimental del tipo living lab, brindaría un espacio de aprendizaje y colaboración no intrusivo, donde los productores tradicionales podrían compartir sus conocimientos y experiencias, al mismo tiempo que se beneficiarían de los avances científicos y técnicos. Abriendo oportunidades para la capacitación y el intercambio de buenas prácticas, fomentando el desarrollo económico y social en la región.

De acuerdo con COMERCAM, en su informe estadístico 2022, la producción del mezcal en el 2021 fue de 8.7 millones de litros, Figura 1. De ellos, el 58% se exportó a 79 países, lo restante fue consumo nacional.

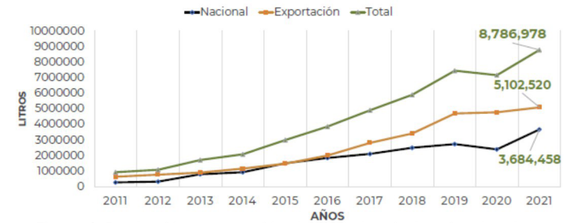


Figura 1, Producción, exportación de mezcal a nivel nacional en los últimos 10 años, (COMERCAM)

Para el 2021, los principales estados productores de mezcal con denominación de origen fueron: Oaxaca, 85.4%, Zacatecas 5.7%, Durango 2.7%, Figura 2 (COMERCAM).

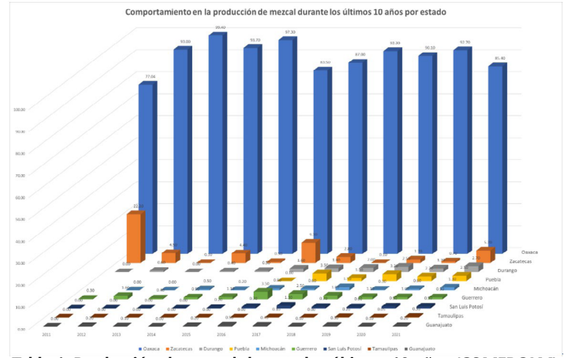


Tabla 1. Producción de mezcal durante los últimos 10 años (COMERCAM)

El primer paso para elaborar mezcal es seleccionar el maguey del cual se obtendrá la piña, una vez seleccionada se cuecen con leña en hornos subterráneos de piedras volcánicas.

Después de la cocción, son desfibradas mediante molino de piedra, conocido como tahona, tirado por animales o golpeándolas manualmente con mazos de madera. La masa resultante, llamada mosto, que contiene los jugos y la fibra, se coloca en tinas de fermentación. Las levaduras naturales transforman los azúcares en alcohol durante varios días, dependiendo del clima.

El siguiente paso es la destilación, que se realiza en alambiques de cobre u ollas de barro, según el tipo de mezcal a producir. El líquido fermentado es calentado para realizar los cortes, separar los diferentes alcoholes. Los “maestros mezcaleros” llevan a cabo este proceso con la experiencia transmitida de generación en generación, sin preocuparse por mejorar la eficiencia del proceso.

Sin embargo, debido al crecimiento tecnológico, algunos productores han comenzado a implementar controles, lo que ha tenido un impacto positivo en la cantidad, calidad y tiempo de producción.

Según la norma NOM-070-SCFI-2016, existen tres categorías de mezcal: Ancestral, Artesanal y Mezcal. En 2021, la producción nacional fue del 0.59% Ancestral, 88.92% Artesanal y 10.49% categoría Mezcal (COMERCAM, 2022).

PROCESO DE PRODUCCION	CATEGORIAS DE MEZCAL		
	4.4.1 MEZCAL	4.4.2 MEZCAL ARTESANAL	4.4.3 MESCAL ANCESTRAL
COCIMIENTO	Horno de pozo		
	Hornos elevados de mamposteria		
	Autoclave	Mazo	
MOLIENDA	Tahona		
	Molino Chileno o egipcio		
	Trapiche		
	Desgarradora o tren de molinos		
FERMENTACION	Recipientes de madera	Oquedades en piedra, suelo o tronco	
	Piletas de mamposteria		
	Tanques de acero inoxidable	Recipientes de madera o barro	
		Pieles de animal, cuyo proceso puede incluir la fibra del maguey o agave(bagazo)	
DESTILACION	Alambiques	Con fuego directo en alambiques, Caldera de cobre u Olla de Barro	Con fuego directo en olla de barro
	Destiladores continuos	Montera de Barro, Madera, Cobre o Acero Inoxidable	y montera de barro o madera.
	Columnas de cobre o acero inoxidable	Cuyo proceso puede incluir la fibra del maguey o agave (bagazo)	cuyo proceso puede incluir la fibra del maguey o agave (bagazo)
		acero inoxidable; cuyo proceso	
		puede incluir la fibra del maguey o	

Tabla 2. Categorías establecidas en la norma NOM-070-SCFI-2016

En resumen, el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de la ingeniería necesaria para el diseño de una planta experimental de mezcal en los procesos de producción ancestral y artesanal, con el propósito de preservar, mejorar y promover los métodos tradicionales, fomentar la innovación y diversificación, establecer estándares de calidad y proporcionar un espacio para la transferencia de conocimientos y la capacitación de los productores.

Materiales y métodos

La planta experimental se concibió bajo el enfoque del modelo de la Cuádruple Hélice, que involucra la participación de actores clave, gobierno, academia, industria y sociedad. Conformando un equipo multidisciplinario, integrado por expertos de los cuatro sectores, con el propósito de recopilar datos que respaldaran la toma de decisiones en la definición de la planta. Durante este proceso, se llevaron a cabo diversas actividades: visitas de campo a productores, a industria que provee elementos comerciales y revisión de literatura existente. A su vez, se buscó la retroalimentación del usuario final para garantizar que los resultados de la planta experimental o living lab fueran aplicables, (CIATEQ A.C.).

Un living lab es un enfoque de investigación e innovación colaborativo que utiliza el entorno real como un laboratorio para el desarrollo de soluciones prácticas. Se fomenta la participación de los usuarios y se busca entender sus necesidades, experiencias y opiniones para crear soluciones innovadoras, útiles y adaptadas a su contexto.

En la revisión bibliográfica se recopiló información sobre el proceso de elaboración del Mezcal establecidas por la norma NOM-070-SCFI-2016 en sus diferentes categorías, ver Figura 3.



Figura 2. Etapas del proceso de elaboración del mezcal ancestral y artesanal.

Se realizaron visitas de campo a productores en diferentes regiones de Oaxaca. Obteniendo información detallada sobre el proceso, parámetros y controles empleados, así como el tipo de combustible y consumo durante el proceso de elaboración.

Con la academia, se realizaron reuniones de trabajo con la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) obteniendo información sobre el mezcal en el estado de Oaxaca y analizando datos estadísticos. Logrando, un panorama completo de la situación del mezcal en Oaxaca (Vilchis,2019).

Se trabajó con el gobierno del Estado de Oaxaca (secretaria de economía), definiendo la ubicación de la planta piloto siendo el Instituto de Capacitación y Productividad para el Trabajo (ICAPET 089) en el distrito de Santiago Matatlán, Oaxaca. Resaltándose las ventajas de ubicación, proximidad a la zona productora de mezcal, disponibilidad de algunos equipos.

Las visitas a fabricantes de alambiques de cobre y tinas de fermentación de madera de pino y a un labrador de cantera que produce ruedas para la Tahona (molino de piedra).

Adicionalmente, se visitó a un fabricante quien ha desarrollado hornos diseñados para cocer piñas de agave y alambiques para la destilación, aprovechando preferentemente el uso de biogás producido a partir de los desechos del proceso.

Resultados y discusión

A partir de los datos obtenidos se identificaron los requerimientos y variables que los “maestros mezcaleros” buscan controlar de manera empírica, para asegurar la calidad de su mezcal, Figura 4, (Vilchis, 2019).

En resumen, los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una visión detallada de las características que se consideraron en el diseño de la planta experimental. Hallazgos principales:

- Contrario a lo esperado antes de las visitas, se creía una tendencia a la tecnificación del proceso, sin embargo, la categoría ancestral y artesanal, en suma, conservan el 89%, existiendo cierta tendencia de los productores de la categoría MEZCAL a trasladarse a una de estas, tanto por su valor en el mercado, como la aceptación en el gusto del consumidor.

- De acuerdo con las visitas a los diferentes actores, se tienen los siguientes comentarios:

- Algunos productores, trabajan en la selección de las cepas de levaduras utilizada en la fermentación, mejorando el rendimiento.

- La iniciativa de algunos productores por mejorar sus procesos mediante el uso de equipos y dispositivos, que permiten medir y controlar los parámetros.

- Productores que buscan obtener una producción sustentable en el uso eficiente de leña (10-14 kilogramos por litro de mezcal producido).

- Desaprovechamiento del agua durante el proceso sin ser tratada o reutilizada.

- Los productos certificados, se encuentran posicionados en el mercado nacional e internacional como gama premium.

- Parámetros fisicoquímicos durante el proceso se encuentren fuera de los valores establecidos por la norma.



Figura 3. Hallazgos y posibles mejoras en el proceso de elaboración

A partir de la información, se definió en conjunto con la secretaría de economía los requisitos en el diseño de la planta, considerando las categorías ancestral y artesanal, Figura 5.

ID	NECESIDADES	REQUERIMIENTO	ESPECIFICACION	NORMA APLICABLE	METODO DE VERIFICACION	IDENTIFICACION DE CTQ'S	COMENTARIOS
CONDICIONES DE OPERACIÓN							
C-01	PLANTA PILOTO	PRODUCCION	3000 KILOGRAMOS DE AGAVE	NOM-070	CERTIFICACION	1500 KILOGRAMOS DE AGAVE PARA PROCESO ANCESTRAL 1500 KILOGRAMOS DE AGAVE PARA PROCESO ARTESANAL	43 piñas totales de los 3000 kilogramos aprox. @ 70kilogramos por piña
C-02		PROCESO	PROCESO ANCESTRAL PROCESO ARTESANAL				
C-03		CONTROL DEL PROCESO	MOLIENDA, COCCION, FERMENTACION, DESTILACION, ENVASADO				
C-04		ADQUISICION DE DATOS	TEMPERERATURA, PRESION, CONCENTRACIONES, TIEMPOS DE PROCESOS				
DEL PRODUCTO							
P-01	PREPARACION DE PIÑA	EQUIPO DE CORTE	PESO	N/A	PROTOCOLO DE VALIDACION	SISTEMA DE PESADO	** CONFIRMACIÓN DE DATOS DURANTE EL PROCESO DE PRUEBAS.
			TAMAÑO DE GAJOS DE PIÑA			1-5 kg	
			TIEMPO DE CORTE			**	
P-02	COCCIÓN	HORNO DE POZO	CAPACIDAD:	NOM-261-SSA1-2009	PROTOCOLO DE FTSM28057 ML-H003	1500 kilogramos	
			DIMENSIONES:			Diametro: 2.6 m Profundidad: 1.3 m	
			TIEMPO DE CALENTAMIENTO DE PIEDRA :			6-6 HORAS	
			TEMPERATURA DE COCCION:			800-900 C	
			TIEMPO DE COCCIÓN DE PIÑA			3-4 días	
			KILOS DE PIEDRA:			**	** CONFIRMACIÓN DE DATOS DURANTE EL PROCESO DE PRUEBAS.
			CANTIDAD DE LEÑA:			12.5 KILOGRAMOS DE LEÑA/KILO DE PIÑA	
		HORNO DE MAMPOSTERIA	CAPACIDAD:	NOM-020-STPS-2002		1500 Kilogramos de piña	
			DIMENSIONES:			Frente: 6 m Alto: 4 m. Ancho: 2.6 m.	
			PRESION:			0.5-1.4 kg/cm2	
			TEMPERATURA DE VAPOR:			106-116 C	
			HUMEDAD RELATIVA			**	** CONFIRMACIÓN DE DATOS DURANTE EL PROCESO DE PRUEBAS.
			GASTO DE VAPOR			Kg/m3	
			TEMPERATURA DEL HORNO			**	** CONFIRMACIÓN DE DATOS DURANTE EL PROCESO DE PRUEBAS.
			TIEMPO DE COCCION DE PIÑA			17-36 Horas	
			TIEMPO DE PERMANENCIA EN HORNO DESPUES DE LA COCCIÓN			18 Horas	
			TANQUE DE PLASTICO PARA RESIDUOS DE MIELES AMARGAS			150 LITROS	
			TANQUE DE PLASTICO PARA RESIDUOS DE MIELES DULCES			150 LITROS	
			VOLTAJE			110 VOLTS	
			CONSUMO DE GAS/KILOGRAMOS DE PIÑA			1 lt litro por cada 7.6 kilos de piña (195 litros/1500 kilos de maguey)+Calentamiento de caldera	Un tanque de 1600 litro

Figura 4. Requerimientos por cumplir en la planta experimental

Propuesta

La planta piloto está equipada con los equipos necesarios para la elaboración de mezcal ancestral y artesanal que permiten controlar las variables importantes del proceso, logrando así un mayor aprovechamiento del agave y calidad del producto. La capacidad de la planta se estableció en 3000 kilogramos de piña: 1500 kilogramos categoría ancestral y 1500 kilogramos categoría artesanal. La Figura 6, muestra el diagrama de tubería e instrumentación de la planta (Vilchis, 2019).

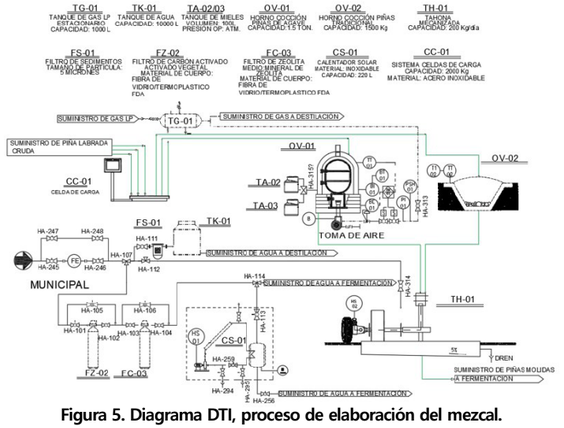


Figura 5. Diagrama DTI, proceso de elaboración del mezcal.

La propuesta se centra en un enfoque sustentable del proceso, que incluye la implementación de fuentes de energía alternativas para el uso responsable de los recursos naturales, salud de los trabajadores y consideración del bienestar animal. La planta no solo servirá como herramienta de capacitación para los productores en mejores prácticas de manufactura, sino también como apoyo para su integración y mantenimiento en la cadena productiva del maguey-mezcal. Además, se espera que este diseño proporcione información y conocimiento para la toma de decisiones y establezca líneas de investigación específicas en diferentes puntos del proceso, Figura 7 (Vilchis, 2019).



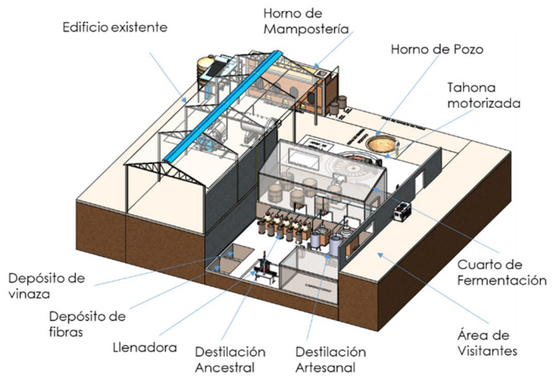


Figura 6. Esquema de la planta experimental

Conclusiones

Mediante la implementación y el funcionamiento de la planta bajo el marco de la cuádruple hélice, es posible establecer los mecanismos que involucren a todas las partes interesadas y regular la colaboración de instituciones de enseñanza superior, centros de investigación y organismos afines a la industria del mezcal.

A través de la investigación y la experimentación, se buscaría mejorar la eficiencia y la calidad del mezcal. Se convertiría en un centro de transferencia de conocimientos y capacitación para los productores, fomentando el intercambio de saberes y promoviendo la sostenibilidad de la industria del mezcal.

Es necesario considerar como parte de los servicios que proporciona la planta, el promover la incorporación en la cadena de valor del mezcal a los pequeños productores, encontrando los mecanismos para la certificación de sus productos bajo la norma NOM-070-SCFI-2016.

Como recomendación, se enfatiza la importancia de implementar buenas prácticas de producción y manufactura para garantizar la seguridad de los productos y llevar a cabo un manejo racional de la diversidad de especies de agave y los recursos naturales, con el objetivo de lograr un desarrollo sustentable.

Referencias

- Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones, NOM-070-SCFI-2016.

- Informe Estadístico, 2022. COMERCAM (Consejo Mexicano Regulador del Mezcal, S.A.).

- Diagnóstico Del Potencial Productivo Agroindustrial Del Estado De Oaxaca- "Maguey-Mezcal, Café y Cacao". Proyecto FOMIX OAX-2018-02-188951, 2019, CIATEQ A.C.

- Vilchis B.V.S., Oliva R. M., Villagómez O. J.E., 2019, Anexo 4 Proyecto FTSM28057 Reporte Técnico: Modelo de Planta Piloto de la Cadena productiva del Mezcal.





PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



1Escamilla Martínez, A.; 1Sánchez Jiménez, J. C.; 2Tovar Estrada, I.

1CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada

Av. Manantiales 23-A, Parque Industrial Bernardo Quintana, El Marqués, Qro., 76246.

Autor para correspondencia: aguesc@ciateq.mx

2CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada, Unidad Tabasco

Abstract

The development of a methodological proposal for the design, manufacture and testing of functional prototypes of agricultural machines and equipment is presented. The result is a methodology that includes four stages: (1) establishment of contractual requirements, (2) project development, (3) project delivery, and (4) project documentation. The proposed methodology is a fundamental tool to approach the design of agricultural machinery and equipment, in a simple way, with positive results if a multidisciplinary and experienced working group is available. It is concluded about the importance of documenting the contractual stage, strengthening the conceptual design stage in particular in the characterization of the physical-mechanical properties of the raw material of the work environment, the protocolization of the end of the project and the generation of engineering information.

Resumen

Se presenta el desarrollo de una propuesta metodológica para el diseño, fabricación y pruebas de prototipos funcionales de máquinas y equipos agrícolas, como resultado de la ejecución de diversos proyectos de diseño de maquinaria agrícola realizados durante los últimos 32 años, por un grupo de ingenieros mecánicos, agrónomos, agrícolas y de automatización. El resultado es una metodología que incluye cuatro etapas:(1) establecimiento de requisitos contractuales, (2) desarrollo del proyecto, (3) entrega del proyecto, y (4) documentación del proyecto. La metodología planteada es una herramienta fundamental para abordar el diseño de maquinaria y equipo agrícolas, de manera simple, con resultados positivos siempre que se disponga de un grupo de trabajo multidisciplinario y experimentado. Se concluye sobre la importancia de documentar la etapa contractual, fortalecer la etapa de diseño conceptual en particular en la caracterización de las propiedades físico-mecánicas de la materia prima del medio de trabajo, la protocolización del término del proyecto y la generación de información de ingeniería.u eficiencia, evita sobrecargas de trabajo, identifica nuevas propuestas para ser más eficiente los procesos.

Palabras claves: Diseño, maquinaria y equipo, agrícola}

Introducción

La alta dependencia tecnológica en México orienta a la adquisición de maquinaria y equipo de origen extranjero, que en la mayoría de los casos no se adaptan a las condiciones nacionales. Como una forma de promover el diseño nacional de maquinaria y equipos agrícolas, es fundamental desarrollar metodologías propias para lograr diseños viables y adecuados a nuestras condiciones, para lo cual se necesitan metodologías. Las metodologías de diseño en ingeniería mecánica están ampliamente analizadas y han sido base para el desarrollo de productos, que también se han adaptado al diseño de máquinas agrícolas. Jian-wei [2019] proponen el uso de las metodologías KE - TRIZ como una forma de agilizar la innovación combinando la teoría del diseño industrial con el diseño innovador de producto en maquinaria agrícola. Velázquez-Miranda [2017] aborda el diseño de máquinas agrícolas desde un punto de vista holístico, analizando diversas metodologías de diseño y orientado su análisis al entorno del sistema productivo mexicano de pequeñas explotaciones. Nabaes et al [2005], Kater y Nabaes [2009] y Bergamo y Nabaes [2016], analiza el diseño de maquinaria agrícola en Brasil, orientado a determinar los factores de diseño que influyen en el ciclo de vida de los productos para pequeñas y medianas empresas. Nasir-Hussain [2003] describe la importancia del diseño industrial en el diseño de las máquinas agrícolas. Blanco-Romero [2018], expone una metodología orientada al diseño de máquinas apropiadas o tecnologías intermedias para aplicaciones agrícolas. Schamllo [2018], propone la metodología design thinking que toma como centro de atención al ser humano. Estas metodologías no consideran como importantes la parte contractuales, donde quedan definidos los requisitos del diseño; no consideran el análisis profundo de literatura, así como la disponibilidad de lar propiedades de la materia prima a procesar; no consideran las actividades de pruebas y liberación del equipo, o la relevancia de la información de ingeniería. Por lo anterior, el presente trabajo contribuye a solventar estas deficiencias.

Materiales y Métodos

La metodología utilizada fue la recopilación y análisis de información de la temática, así como la integración de las experiencias adquiridas en la ejecución de diversos proyectos de desarrollo tecnológico de máquinas y equipos agrícolas, tomando como base la metodología de diseño en ingeniería mecánica. La información analizada incluyó la etapa contractual, el desarrollo propiamente del proyecto, la entrega del bien con su cierre formal, y la documentación detallada de todo el desarrollo.

Resultados

Los resultados aquí presentados corresponden a la experiencia acumulada desde 1991, de un

grupo de trabajo que ha realizado proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en máquinas, equipos e implementos agrícolas en México. Se definió a través del tiempo una estructura básica que se desarrolla en forma secuencial para cada proyecto, y consiste en las cuatro etapas indicadas en la Figura 1.



Fig. 1. Etapas del desarrollo del desarrollo

Etapa 1: Información contractual

Esta etapa incluye las siguientes actividades secuenciales:

a). Propuesta Técnica-Económica. Documento

que incluye los objetivos, alcances y entregables del proyecto de acuerdo con las necesidades del cliente. Incluye también el costo que contabiliza horas-hombre para investigación, ingeniería, manufactura, materiales de construcción, componentes comerciales y servicios externos.

b). Contrato o convenio. Es el documento jurídico

donde se formalizan los compromisos contraídos por las partes, cuya base es la propuesta técnico-económica.

Etapa 2: Desarrollo del proyecto

Esta etapa incluye las siguientes actividades secuenciales:

Ingeniería conceptual.

Su objetivo es desarrollar una concepción esquemática de la operación lógica de la máquina para alcanzar la funcionalidad deseada. Esta actividad puede incluir las siguientes subactividades:

a**). Acopio y análisis de información documental.**

Se realiza una amplia búsqueda de información documental y de campo, que incluye artículos técnicos y científicos, libros, revistas especializadas, patentes, modelos de utilidad, especificaciones técnicas de equipos similares, toma de datos agro-técnicos en campo, y recopilación de información climatológica, entre otros.

b). Caracterización del medio de trabajo.

Se deben disponer o determinar las propiedades físico-mecánicas del medio de trabajo el cual puede ser un tallo, un fruto, semillas, hojas o el suelo. Estas propiedades pueden ser la forma, color, tamaño, la resistencia mecánica, distribución, masa, espesor, entre otras. A manera de ejemplo, en la Figura 2 se muestran mediciones de materia extraña (M.E.) en tallos de caña, esto es hojas y puntas que no aportan sacarosa; aquí se indica la cantidad de gramos de hojas a partir del suelo y hasta la punta de la caña. Esta información es fundamental para determinar los medios mecánicos y la potencia necesaria para hacer la limpieza de los tallos en máquinas cosechadoras de caña; este dato se debe combinar con mediciones de resistencia mecánica al desprendimiento de hojas por cada sección del tallo (Escamilla Martínez et al, 2006).

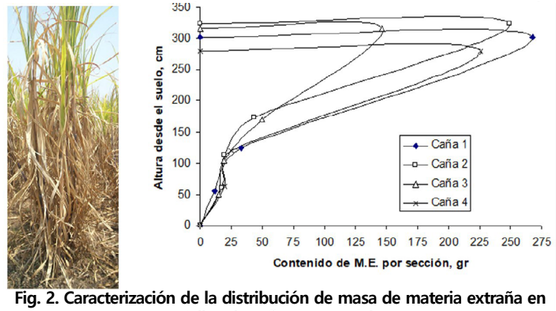


Fig. 2. Caracterización de la distribución de masa de materia extraña en tallos de caña, Ameca, Jal.

Otro ejemplo se muestra en la Figura 3 en pruebas de resistencia mecánica de frutos de nopal (tunas), en cargas de compresión axial y transversal (Escamilla Martínez, A., 2009). La prueba se hace para verificar resistencias al aplastamiento, revelando que las tunas tienen mayor resistencia a cargas axiales. Estos datos son fundamentales para el rediseño de sistemas de limpieza de espinas, donde se tiene que modificar el concepto de limpieza por rodillos giratorios que generan de forma repetitiva cargas radiales.



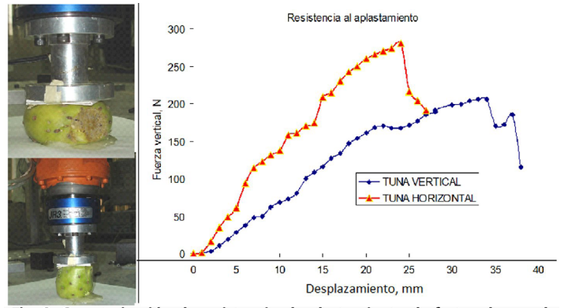


Fig. 3. Caracterización de resistencia al aplastamiento de frutos de nopal.

c). Lluvia de ideas.

La mejor lluvia de ideas se logra si existen un análisis extenso de documentación, fundamentado en las actividades de los incisos a) y b). La actividad generará las ideas para solucionar el problema, simplemente plasmadas en diagramas, esquemas y dibujos a mano alzada, con una identificación básica de componentes y una descripción del funcionamiento Como ejemplo, en la Figura 4 se muestra un concepto de un motocultor con una sola rueda tractiva (3), conducida por un motor de combustión interna (1), que deberá sustituir la potencia de una yunta de dos bestias.

Fig. 4. Ejemplo de idea conceptual de un motocultor.

d).Evaluación de ideas.

Se exponen las ideas por cada sistema, se evalúan ampliamente y se selecciona la solución más adecuada. La evaluación puede ser una matriz de atributos, donde se asigna una valoración que puede ir del 1 al 10, identificando atributos como maniobrabilidad, complejidad o simplicidad del diseño, factibilidad de fabricación, entre otros.

e). Prueba de conceptos parciales.

En diseños muy novedosos donde no existe referencia de conceptos similares es recomendable hacer una prueba del concepto central. Para ejemplificar lo anterior, en la Figura 5 se muestran dos conceptos probados para descascarar tuna, el primero es un sistema de flejes con cuchillas en cada punta que realiza la operación, pero que no facilita la extracción de la cáscara; el segundo concepto, es una secuencia mecánica de las operaciones manuales de descascarado, que permite la liberación del fruto comestible y la de la cáscara, siendo la opción seleccionada.



Fig. 5. Prueba de concepto, descascarado de tuna.

f). Selección de concepto final.

El diseño del concepto final obedece a la calificación más alta de atributos y cuando aplique, a la validación física del concepto parcial; esta actividad se formaliza a través de un documento con una descripción amplia de cada uno de los sistemas del equipo, máquina o implemento. Como ejemplo, en la Figura 6 se muestra una vista de un equipo para la cosecha integral de maíz en estado de madurez fisiológica montada a tractor agrícola (Escamilla Martínez, A. 2001), el cual incluye un cabezal en la parte frontal (1), un transportador elevado (6), un sistema de desprendimiento de mazorcas y un sistema de descarga de residuos (25).



Fig. 6. Diseño conceptual de un equipo para cosecha integral de maíz.

Ingeniería básica

Su objetivo es validar si técnicamente el concepto es factible construir. Aquí se hacen los cálculos básicos de dimensionamiento (largo, ancho, altura, peso), potencia, análisis cinemáticos y dinámicos, preselección de materiales de construcción, identificación de componentes comerciales y proveeduría.

Ingeniería de detalle

Se realiza el diseño a detalle, haciendo el plano de montaje general, submontajes, despiece y selección de componentes comerciales. En este punto se utilizan todas las herramientas

disponibles de diseño mecánico, que pueden incluir desde softwares para el diseño 2D y 3D, softwares de análisis de esfuerzo, y simulación de fluidos. Para ejemplificar, en la Figura 7 se muestra un dibujo de montaje general de un quipo automatizado para el desprendimiento de hojas y espinas de tallos de rosas [Sánchez Jiménez, J. et al, 2019], donde se indican las posiciones de carga de rosas (1), mecanismo automatizado de limpieza de tallos (2), zona de descarga (3), descarga de residuos (4) y panel de control (5).

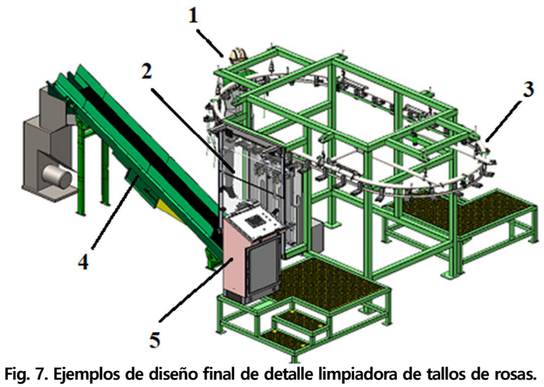


Fig. 7. Ejemplos de diseño final de detalle limpiadora de tallos de rosas.

Fabricación y pruebas en laboratorio

Se fabrican los componentes no comerciales de acuerdo con planos y se adquieren aquéllos comerciales. Es fundamental respectar las tolerancias de diseño y los materiales de construcción. Al avanzar la fabricación, se deberá ir probando la funcionalidad de los submontajes hasta llegar a pruebas controladas con el material a procesar.

Etapa 3: Entrega y cierre del proyecto

La entrega y cierre del proyecto incluye las siguientes actividades secuenciales:

Pruebas bajo protocolo.

Son las pruebas de validación del equipo en condiciones reales de trabajo de acuerdo con protocolos validados por el usuario. En la Figura 8 se muestran pruebas de un equipo para trituración de puntas de caña, así como un mezclador-fertilizador que incorpora al suelo los residuos previamente triturados, y adicionalmente dosifica fertilizante nitrogenado.



Fig. 8. Pruebas en campo de equipo para triturar e incorporar residuos de caña (Muñoz Hernández, M,. 1994)

Capacitación e información técnica.

Se deberán redactar y entregar los manuales de mantenimiento y operación del equipo, así como dar una capacitación al cliente.

Acta de aceptación y entrega. Al termino de las pruebas, se levanta un acta donde plasma el cumplimiento de los entregables y sus parámetros verificados.

Etapa 4: Documentación

Esta etapa incluye las siguientes actividades secuenciales:

Planos de diseño.

Asegurarse que los cambios suscitados durante el proceso de fabricación o por ajustes de pruebas en campo, quedan actualizados y resguardados.

Informes técnicos.

Asegurarse de que se tenga una versión final plenamente identificada, que deberá incluir cualquier actualización por modificaciones de diseño, por cambios en componentes comerciales, por cambios en proveedores, y resguardados de forma segura.

Manuales.

Asegurarse de que se tenga una versión final plenamente identificada, que deberá incluir las observaciones del cliente del manual de operación, de mantenimiento y manuales de componentes comerciales.

Divulgación y Propiedad Intelectual.

Es decisión del grupo de diseño y del usuario del proyecto considerar actividades de divulgación y de protección de la propiedad intelectual.

A manera de resumen, la metodología descrita se ilustra en Figura 9, donde se resalta la importancia de atender la etapa contractual, la ingeniería conceptual, la entrega y cierre del proyecto y la documentación.

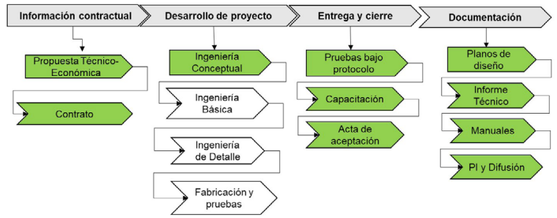


Fig. 9. Metodología integral propuesta

Discusión

El diseño de máquinas agrícolas no es una tarea trivial, se requieren recursos humanos especializados técnicos y de apoyo, así como recursos financieros, por lo que es fundamental tener bases de diseño sólidas y un conocimiento amplio de las materias primas a procesar, de las metodologías de diseño, de los materiales de construcción, de la normatividad y muy importante, de las necesidades de los clientes. De la experiencia acumulada, es muy complicado lograr soluciones simples con presupuestos bajos y tiempos cortos. De acuerdo con las metodologías revisadas, se puede verificar la importancia que tiene el entorno socioeconómico, previo al emprendimiento del diseño y desarrollo; la mayoría coinciden en las actividades de conceptualización, materialización y diseño, separando en algunos casos las etapas manufactura, pruebas e implementación.

Conclusiones

La metodología propuesta muestras las etapas generales y particulares necesarias para asegurar el éxito de un proyecto de diseño y desarrollo de máquinas agrícolas, partiendo de la necesidad de establecer condiciones contractuales que orientan a definir con mayor precisión los requerimientos del cliente, así como la necesidad de asegurar el cumplimiento de requisitos a través de validaciones en campo.

Bibliografía

1.Jian-wei Wan & Jian-wein Shan. 2019. Research on Innovative Design and Evaluation of Agricultural Machinery Products. Hindawi, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2019, Article ID 8179851.

2.Velazquez-Miranda, E.; Silva-Navarro, G; Bory-Reyes, J. 2017. On the design methodologies for agricultural machines in Mexico. 2017 14th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE), Mexico City, Mexico. September 20-22.

3.Nabaes Romano, L., Nelson Back, André Ogliari, Vinícius Kaster Marin. 2005, An introduction to the reference model for the agricultural machinery development process. Vol. 3 nº 2 December 2005.

4.Kater Marini, V., y Nabaes Romano, L. 2009. Influencing factors in agricultural machinery design. Vol. 7 nº 2 December 2009, Product Management and Development

5.Bergamo L. Renato, Romano Nabaes L., 2016. AGRICULTURAL MACHINERY AND IMPLEMENTS DESIGN PROCESS: GUIDELINES FOR SMALL AND MID-SIZED BUSINESSE. Journal of Brazilian Association of Agricultural Engineering, ISSN: 1809-4430

6.Nasir Hussain, M. 2003. The role and potential contribution of industrial design in developing agricultural machinery for Malaysia. January 2003. Doctoral Thesis, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Loughborough University, UK.

7.Blanco Romero 2018. Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunia.

8.Daniel Schallmo, Christopher A. Williams, Klaus Lang. 2018. An Integrated Design Thinking Approach – Literature Review, Basic Principles and Roadmap for Design Thinking.

9.Escamilla-Martínez, A.; Corona Castuera, J.; Hermes Cortes, H. 2006. Contenido y distribución de hojas y puntas de caña. XXIX Convención Nacional de ATAM. Boca del río, Ver. Méx.

10.Escamilla-Martínez, A. 2009. Desarrollo de un sistema mecánico para el descascarado de tunas. IV Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica. XV Congreso Internacional Anual de la SOMIM, Cd Obregón, Son., Méx.

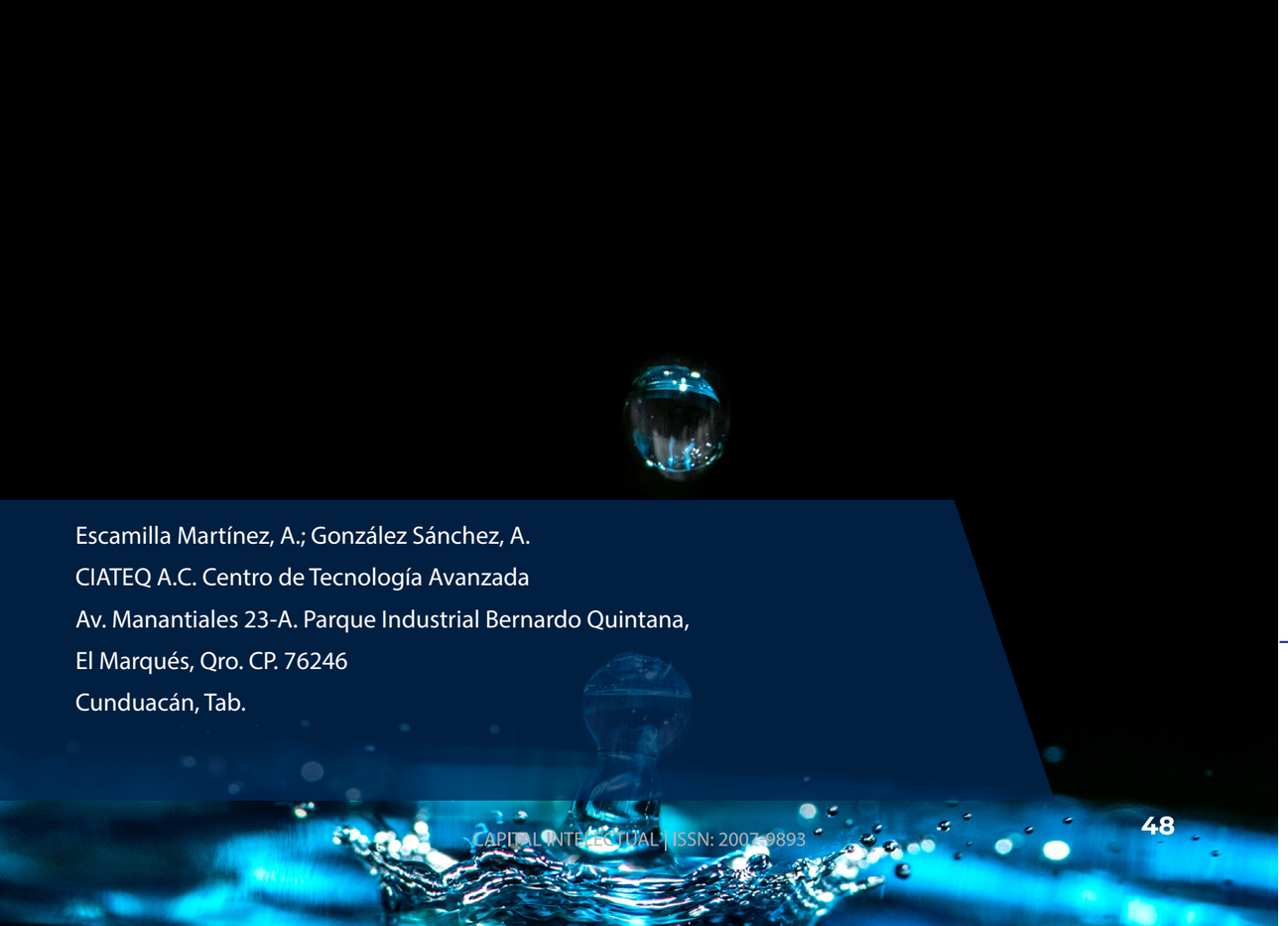
11.Escamilla, A.; Muñoz, G. Lewinsky, J. 1995. Máquina para la cosecha integral de maíz. Memorias, V Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola, Guanajuato, Gto., Mex.

12.Sánchez Jiménez, J., Correa L. E., Álvarez, M., Escamilla Martínez, A. 2019. Sistema y proceso de limpieza y corte de tallos rígidos de flores. Patente MX/a/2019/006718

13.Muñoz Hernández, M. 1994. Triturador y Mezclador de Fertilizantes. Informe Técnico Interno CIATEQ; Asociación de Productores de Caña Tres Valles, Ver.



PRUEBA EXPLORATORIA DE UN BIOFILTRO PROVISTO DE FOTOCALIZADOR SOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES



Escamilla Martínez, A.; González Sánchez, A.
CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada
Av. Manantiales 23-A. Parque Industrial Bernardo Quintana,
El Marqués, Qro. CP. 76246
Cunduacán, Tab.

Abstract

An accelerated natural method for cleaning and decontamination of gray water for domestic use is presented, through biofiltration and solar photocatalysis. The system is a biofilter with inert filter substrates and aquatic plant species, connected to a TiO2-coated plate and exposed to solar radiation. Gray water is fed to the system by passing it through the biofilter and the TiO2 plate, recirculating during the day. pH, dissolved oxygen (DO), electrical conductivity (EC) is measured, turbidity is visually inspected, and the growth of plant species. The results indicate that the system allows cleaning 90 liters of gray water per day, obtaining neutral water with a pH of 7.4 against 8.36 input, the OD of 6 ppm against 0.32 ppm input, EC decrease from 3600 to 1764 micro S/cm, the foam generation capacity is eliminated, and it is significantly improved. the turbidity. Now it is concluded that the device is a viable and compact option to achieve the cleaning of gray water, to be safely reused as water for irrigation or floor cleaning, and that it is necessary to continue tests for the measurement of other parameters.

Keywords: Treatment, Greywater, Biofilter, Photocatalyst.

Resumen

Se presenta un método natural acelerado para la limpieza y descontaminación de aguas grises de uso doméstico, a través de biofiltración y fotocatálisis solar. El sistema es un biofiltro con sustratos filtrantes inertes y especies vegetales acuáticas, conectado a una placa recubierta con TiO2 y expuesto a la radiación solar. El agua gris se alimenta al sistema haciéndola pasar por el biofiltro y la placa con TiO2, realizando la recirculación durante el día. Se mide pH, oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (EC), se inspecciona visualmente turbidez, y el crecimiento de las especies vegetales. Los resultados indican que el sistema permite limpiar 90 litros de agua gris por día, obteniendo agua neutra con pH de 7.4 contra 8.36 de entrada, el OD de 6 ppm contra 0.32 ppm de entrada, reducción de la EC de 3600 a 1764 micro S/cm, se elimina la capacidad de generación de espuma, y se mejora significativamente la turbidez. Al momento se concluye que el dispositivo es una opción viable y compacta para lograr la limpieza de agua gris, para reutilizarse de manera segura como agua para el riego o limpieza de pisos, y que es necesario continuar las pruebas para la medición de otros parámetros.

Palabrasclave: Tratamiento, agua gris, biofiltro, fotocatalizador

Introducción

Las Naciones Unidas (2023) declaran que los desafíos mundiales del agua comprenden todo lo relacionado con el agua dulce. La cantidad de agua contaminada está aumentando a nivel mundial y las causas son por la urbanización acelerada, crecimiento demográfico, desarrollo económico y la cantidad de aguas residuales domésticas e industriales generadas. En su reporte establece múltiples necesidades entre las cuales se encuentran la de reducir la presión sobre el sistema hídrico y la necesidad de tratar las aguas residuales.

“De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (2018) en México solo se trata el 50% de las aguas residuales entre municipales e industriales” (Vidal, 2019, p.42), lo que representa un riesgo futuro de desabasto. De acuerdo con Hernández, Temmink, Zeeman y Buisman (2011), las aguas grises representan entre el 75 y el 90 % de las aguas residuales domésticas, se originan de vertidos de fregaderos de cocina, duchas, bañeras, lavadoras y lavabos; de allí su importancia en su procesamiento. Respecto a su producción Oteng, Acheampong y deVries (2018) reportan que las aguas grises generadas por persona en un día oscilan entre 90 y 120 litros por día en países desarrollados y de 20 a 30 litros por día en países que sufren escasez de agua.

Moges, Todt, Eregno y Heistad (2017) especifican que hay procesos complejos para el tratamiento de aguas que incorporan tanques de sedimentación, biorreactores, filtración por ultra y nanomembrana, coagulantes y desinfección directa. Sin embargo, también existen métodos ecológicos de biofiltración basados en principios naturales de limpieza de aguas, donde se genera actividad física, química y biológica de un ecosistema que elimina contaminantes a su paso por sustratos inertes, raíces de especies vegetales acuáticas y de luz solar. El presente trabajo tiene por alcance realizar una investigación exploratoria de un proceso natural acelerado, mediante el acoplamiento de un biofiltro y fotocatalizador para descontaminar aguas grises, que contribuya al tratamiento desde su origen y que impacte en la reducción del volumen de agua a procesar en las plantas de tratamiento de agua de la localidad.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la investigación, se fabricó un equipo de biofiltración, con sustrato burdo y plantas acuáticas, acoplado a un sistema de tratamiento TiO2 y luz UV solar. Para lo cual se utilizó el siguiente material:

a)Contenedor fabricado de fibropanel de densidad media (MDF), recubierto con fibra de vidrio MAT y

resina epóxica Hexion; medidas de 2000 mm de largo x 300 mm de ancho y 600 mm de profundidad, espesor de pared de 18 mm.

b)Un conector y tubo de PVC de 38.1 mm de diámetro, marca maycasa ®.

c)Una reducción de sellador butílico de 38.1 mm a 12.7 mm, marca Airtech ®.

d)Una manguera de plástico transparente de 12.7 mm de diámetro.

e)Una tina comercial de plástico de 600x450x300 mm.

f)Una lámina metálica calibre 18 de 300 x 600 mm, con cejas laterales de 10 mm para impregnar el TiO2.

g)Pintura epóxica blanca, marca Amerlock 2/400 ®.

h)Oxido de titanio marca Epsa ®.

i)Agua potable 200 L.

j)Aguas grises 200 L provenientes de limpieza de pisos de oficinas

k)4 plantas de alcatraz (Zantedeschia aethiopica)

l)4 plantas de tule (Typhaceae domingensis)

m)4 plantas de cola de caballo (Equisetum hyemale)

n)2 plantas de papiro enano (Cyperus haspan)

o)0.05 m3 de tezontle rojo, 2 bultos, cada uno de 28 kg tamaño promedio de partículas de 50 mm, marca Vigoro ®.

p)0.15 m3 de grava caliza con tamaño promedio de partículas de 20 mm

q)0.10 m3 de arena de río colada en malla de 4 hilos/in2

r)1 bomba sumergible para agua, marca Little giant ®, de 127 voltios, 2GPM y potencia 1/1500 HP.

s)1 válvula de bola

t)1 medidor multiparamétrico Edge (pH, EC, DO), marca Hanna Instruments ®.

Metodología

El biofiltro se implementó como se muestra en la Figura 1. En el contenedor 1 provisto del tubo de salida 7, se coloca en su parte inferior la capa de arena 2, y sobre de ella la capa de grava 3 y sobre de ella la capa de tezontle 4. Previo a colocar las plantas 5, se ingresa y recircula agua potable para acondicionar el biofiltro. Posterior a ello, se colocan las siguientes especies: tule (recolectada en canales); cola de caballo, papiro enano y alcatraz (adquirida en viveros). Se realizó un periodo de adaptación de 30 días con recirculación de agua potable, para lograr la viabilidad de las plantas.

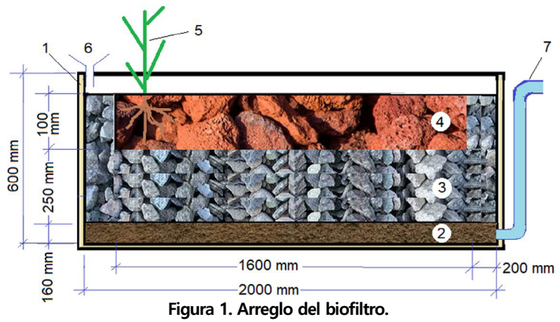


Figura 1. Arreglo del biofiltro.

El biofiltro se coloca al nivel del suelo a cielo abierto con buena iluminación, y hacia el lado donde se encuentra el tubo de salida 7, se coloca la tina de plástico 8; en la parte inferior de dicha tina se coloca la bomba para agua 9, y en la parte superior, la lámina 10 provista de TiO2; la bomba se conecta con la entrada del biofiltro a través de la manguera 11. Como se aprecia en la Figura 2.

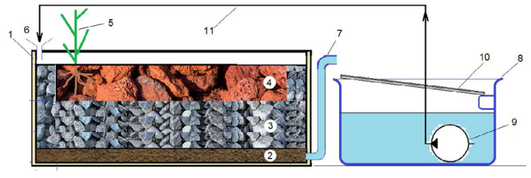


Figura 2. Esquema de acoplamiento del biofiltro-fotocatalizador

Figura 2. Esquema de acoplamiento del biofiltro-fotocatalizador

El TiO2, se adhiere superficialmente sobre la lámina metálica 10 con superficie recubierta de 0.18 m2. La irradiancia de la luz natural en el sitio de prueba fue de 700 Wh/m2(Fuente: Global Solar Atlas); por lo que la irradiancia efectiva es de 126 Wh/m2. El proceso fotoquímico fue de 8 horas por día, presentando su máximo energético de las 12 a las 13 hrs.

Procedimiento de prueba

El agua gris se alimenta con cubeta al biofiltro en la entrada 6. El volumen de agua dentro del biofiltro en todos los casos es de 90 litros, y que cubre hasta la superficie de la cama de tezontle. El ciclo de cambio de volumen de agua por la bomba 9 es de 12 minutos, presentándose 35 ciclos de recirculación en el biofiltro por día. El monitoreo del proceso por cada carga consiste en lo siguiente:

1.Se registra pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad Eléctrica del agua a tiempos determinados.

2.Inspección visual de la turbidez y el cambio de olor al momento de medir los parámetros del punto 1.

3.Registro visual del crecimiento de las especies vegetales.

4.Determinación del volumen de agua tratada por día.

Resultados

En la Figura 3 se muestra la secuencia de carga de agua gris, así como su aspecto físico y la generación de espuma al realizar el recirculado. Al iniciar el proceso de recirculación, se realizan las mediciones de pH, OD y EC en diferentes tiempos, los parámetros iniciales del agua gris son pH=8.26, OD=0.32 ppm y EC=3600 micro S/cm. El valor de pH decrece en el tiempo, aproximándose a un valor neutro. Se observa en la Figura 4 que de 3 a 5 horas se presenta la mayor reducción, lo cual coincide con la ventana de mayor irradiación solar en la zona donde se instaló el biofiltro con el fotocatalizador (11 a 13 hr).



Figura 3. Secuencia de alimentación y recirculación de aguas grises jabonosas.



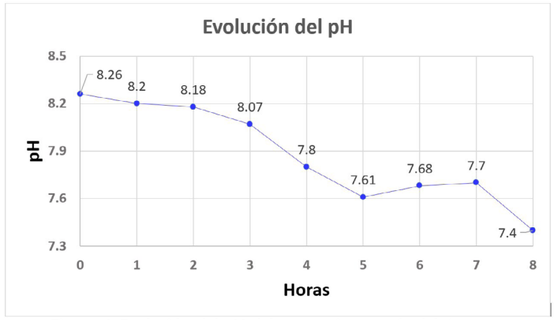


Figura 4. Evolución del pH del agua gris a través del tiempo.

Mediante la recirculación y el flujo laminar del agua sobre el fotocatalizador se logra mantener el valor del oxígeno disuelto por arriba de las 6 ppm (Figura 5), lo cual permite el nivel de oxígeno en condiciones similares a las 5-6 ppm que se requieren en ríos o riachuelos con buena calidad de agua para mantener la vida; además de que ayuda a la descomposición de la materia orgánica por parte de las bacterias.

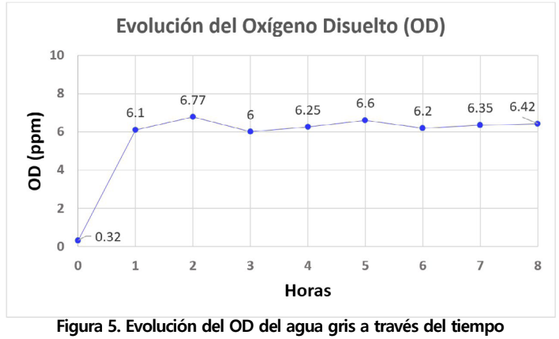


Figura 5. Evolución del OD del agua gris a través del tiempo

La Conductividad eléctrica del agua es útil para cuantificar la salinidad en términos de la concentración total de sales solubles. En la Figura 6 se observa la reducción drástica de 3600 a 1983 micro S/cm en las primeras 2 horas. La reducción significativa se debe a que los sólidos suspendidos son biofiltrados; posteriormente no sucede cambio significativo en los valores. De acuerdo con los parámetros de calidad del agua de riego para uso agrícola de Castellanos, Uvalle y Aguilar (2000), el equipo logra llevar el agua gris de un grado severo de restricción para su uso como agua de riego (>3000 micro S/cm) a uno leve o moderado (700-3000 micro S/cm).

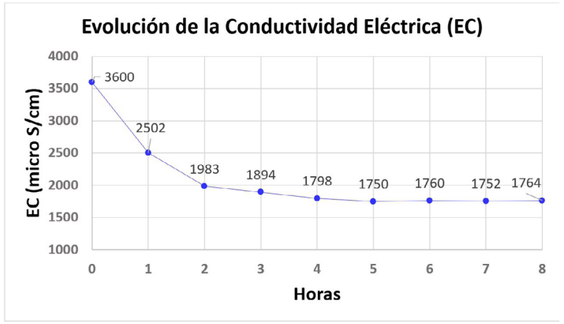


Figura 6. Evolución del EC del agua gris a través del tiempo

La Figura 7 muestra el cambio en el grado de transparencia del agua en 2 pruebas experimentales diferentes. Los datos de pH, OD y EC corresponden a la prueba del 8 de marzo de 2023. Se observa una reducción significativa en el olor a jabón, así como en la capacidad de generación de espuma.



Figura 7. Cambio de la turbidez a través del tiempo

Transcurridos 6 meses, el crecimiento promedio de las especies vegetales colocadas en el biofiltro mostradas en la Figura 8 indican que el tule creció 160 cm y de las 4 plantas iniciales se tienen 13 brotes nuevos; la cola de caballo creció 60 cm, el papiro enano 20 cm y la planta de alcatraz no mostró crecimiento, aun cuando se mantiene viva.

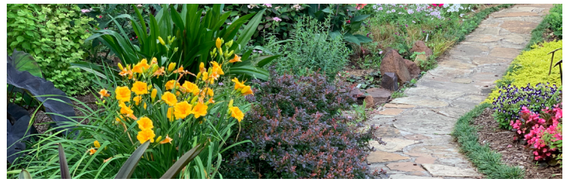




Figura 8. Crecimiento de la flora en el biofiltro

Durante el proceso de tratamiento, la placa con TiO2 se satura y requiere de lavado para iniciar un nuevo experimento. La limpieza se realiza con el agua tratada en pruebas anteriores.

Finalmente se realizó una prueba de referencia para determinar la influencia que tiene la ausencia del fotocatalizador acoplado al biofiltro. Al retirar la lámina recubierta con TiO2, se reportan los siguientes datos de parámetros iniciales; pH = 8.36, EC = 3320 micro S/cm y OD = 0.30 ppm. Transcurridos 8 horas se obtienen los siguientes parámetros finales: pH = 7.78, EC = 1796 micros/cm y OD = 1.24 ppm. La tabla 1 muestra el comparativo entre emplear o no el fotocatalizador acoplado al biofiltro.

Parámetro	Biofiltro SIN Fotocatalizador	Biofiltro CON Fotocatalizador
pH	Reducción del **6.94** %	Reducción del **10.41** %
EC	Reducción del **45.9** %	Reducción del **51** %
OD	Máximo de **1.24** ppm	Máximo de **6.77** ppm

Tabla 1. Comparativo de parámetros de operación con y sin fotocatalizador

El método natural de limpieza de agua gris, como se realiza tradicionalmente en la naturaleza, se experimentó al operar únicamente el Biofiltro durante 8 h. Los resultados muestran una reducción del pH y EC de 6.94 % y 45.9 % respecto a las condiciones originales; sin embargo, el valor máximo de OD obtenido es de 1.24 ppm, valor que no es adecuado para una buena calidad de agua, debido a que en dichas condiciones la vida acuática experimenta hipoxia.

Posteriormente se acopló al sistema de tratamiento, el fotocatalizador. Los resultados alcanzados muestran valores de reducción de pH y conductividad eléctrica mayores a los obtenidos de operar solo el biofiltro durante el mismo tiempo. También se observa un notable incremento del oxígeno disuelto. El sistema propuesto de biofiltro-fotocatalizador descontamina el agua de manera acelerada, al generar agua de mejor calidad en el mismo tiempo.

Se evaluó la calidad del agua tratada para mantener vida acuática, la prueba consistió en determinar la sobrevivencia de un pez beta en las condiciones fisicoquímicas del agua procesada. Los resultados son satisfactorios al mantenerse con vida y sin cambios en el comportamiento ni en la alimentación transcurridos 3 días de prueba con agua tratada.

Discusión

El sistema biofiltro-fotocatalizador propuesto en la limpieza de las aguas grises presenta diferencias relevantes con respecto a otros procesos similares, por ejemplo, Subramanian et al. (2020) realizó un estudio sobre un sistema de tratamiento y reciclo de aguas grises descentralizado, empleando en principio la filtración, sin embargo, su sistema incluyó un biorreactor anaerobio de lodos y el uso de ozono como químico desinfectante. El sistema aquí probado es de configuración sencilla y no requiere de adición de químicos durante el tratamiento.

Otro tratamiento como el planteado por Reang y Nath (2020), emplea una membrana para la limpieza de aguas grises, logrando obtener 18 litros de agua tratada, sin embargo, el sistema requiere de agua potable a contracorriente para el mantenimiento y operación de la membrana. El biofiltro-fotocatalizador es un acople que no requiere de un consumo de agua ni mantenimiento de componente especializado.

Aun cuando se trata de pruebas exploratorias y es complicado realizar comparativos en condiciones diversas, en el presente trabajo se registraron mejoras significativas en los parámetros de pH, EC y OD al utilizar el biofiltro acoplado al fotocatalizador; es posible acelerar aún más la velocidad de degradación de los contaminantes al emplear una placa con TiO2 de mayor área; esta acción permitiría limpiar más cantidad de aguas grises por día, lo que sugiere continuar con la experimentación. Existen otras alternativas para acelerar el proceso como el uso de lámparas UV para incrementar la energía y el tiempo de exposición del fotocatalizador, sin embargo, como lo indica Moges et al. (2017) la inclusión de mayor cantidad de etapas y componentes en el sistema de tratamiento elevan el costo en términos de energía, operación y mantenimiento; lo cual no es deseable para los fines propuestos del presente trabajo debido a que la calidad del agua obtenida es útil para la recarga de cisternas de WC, riego de jardines y limpieza de áreas comunes externas del hogar. Logrando beneficios en disminuir el uso de agua potable en dichas actividades, así como una reducción en el coste de este.

Conclusiones

El acoplamiento Biofiltro-Fotocatalizador solar probado, es un sistema compacto, de fácil instalación y mantenimiento que puede implementarse en hogares; tiene una capacidad para limpiar 90 litros de agua gris por día, y obtener mejoras en los valores de pH, EC y OD respecto a un biofiltro sin fotocatalizador; se le elimina la capacidad de generación de espuma y se logra un aspecto claro del agua debido a la reducción significativa de la turbidez. La calidad del agua obtenida permitió probar la viabilidad de supervivencia de un pez beta, como medio de prueba. Se concluye que la mejor especie vegetal para el sistema probado fue el tule. Se verificó también que el fotocatalizador presenta mayor actividad bajo el periodo de mayor irradiancia de luz solar, el cual es de 11 a 13 horas. Es conveniente realizar pruebas de mayor duración, y verificar la presencia y eliminación de microrganismos patógenos.

Bibliografía

Castellanos, J.Z., Uvalle B, J.X. y A. Aguilar S. (2000) Manual de interpretación de análisis de suelos, aguas agrícolas, plantas y ECP. 2da edición. INTAGRI, México.

Hernández Leal, L., Temmink, H., Zeeman, G., & Buisman, C. J. N. (2011). Characterization and anaerobic biodegradability of grey water. Desalination, 270(1-3),111-115.https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.11.029

Moges, M.E., Todt,D., Eregno, F.E., & Heistad, A. (2017). Performance study of biofilter system for on-site greywater treatment at cottages and small households. Ecological Engineering, 105, 118-24. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.04.060

Vidal, A.M. (2019). Tratamiento de aguas residuales en México: problemáticas de salud pública y oportunidad de uso de ecotecnologías sustentables. RINDERESU, 3(1–2),41–58. http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/32/38

Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A., & deVries, N. K. (2018). Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception—a Review. Water, Air, & Soil Pollution, 229(8). https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8

Reang, S., & Nath, H. (2020). Grey water treatment with spiral wound UF and RO membranes. Materials Today: Proceedings. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.781

Subramanian, P. S. G., Raj, A. V., Jamwal, P., Connelly, S., Yeluripati, J., Richards, S., Ellis, R., & Rao, L. (2020). Decentralized treatment and recycling of greywater from a school in rural India. Journal of Water Process Engineering, 38, 101695. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101695

USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA EL RIEGO DOMÉSTICO



1,2,3,4,5 Estudiante de la División de Ingeniería Industrial del TecNM/ITSSLP, C. 6,7 Estudiante de la División de Ingeniería en Mecatrónica del TecNM/ITSSLP, C. 8,9 Docente de la División de Ingeniería Industrial del TecNM/ITSSLP, C.

Pérez-Medina, Zaira Margarita1; Ibáñez-Medina, Valeria Guadalupe2; Martínez-Lara, Itzel Estefanía3, Narváez-Lara, Heather Samantha4; Gámez Vázquez Martha Paola5, Badillo Martínez Josué Eduardo6, Ávalos Gutiérrez Brian David7, Flores Cedillo María Lisseth8, Hulda Zulema del Ángel López9.

1l20160292@slpotosicapital.tecnm.mx, 2l20160264@slpotosicapital.tecnm.mx, 3l20160276@slpotosicapital.tecnm.mx

4l20160285@slpotosicapital.tecnm.mx, 5l20160408@slpotosicapital.tecnm.mx, 6l20160292@slpotosicapital.tecnm.mx

7l20160292@slpotosicapital.tecnm.mx, 8maria.fc@slpotosicapital.tecnm.mx , 9*hulda.delangel@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

This article arises from the problem of water scarcity for the irrigation of plants and green areas, designing and creating a customized irrigation monitoring system for each type of plant depending on its humidity specifications and irrigation frequency automatically. through a mobile application (app) that can be easily manipulated by the user from any mobile device.

In order to carry out the development of the prototype, it was chosen to use ornamental plants, of which there is a great variety, however, for this study, 10 of the most common plants were taken, which after preparing a comparative table on their characteristics, were selected the plant "Corona de Cristo" as a study subject. Once the prototype was designed, various functionality tests were carried out, obtaining 66 % of the efficiency control, so it is concluded that it is important to correct the interface errors in the application to prevent failures, however, the irrigation system is considering an innovative alternative to maintain the temperature and humidity controls of the plants.

Keywords: Irrigation system, ornamental plants, app, Arduino®, customization.

Resumen

El objetivo de este trabajo surgió para abordar la problemática sobre la escasez de agua para el riego de las plantas y áreas verdes diseñando y creando un sistema de monitoreo de riego customizada para cada tipo de planta dependiendo de sus especificaciones de humedad y frecuencia de irrigación de forma automática mediante una aplicación móvil (app) que pueda ser manipulada de manera sencilla por el usuario desde cualquier dispositivo móvil.

Para poder llevar a cabo el desarrollo del prototipo se eligió utilizar plantas de ornato, de las cuales existe una gran variedad, sin embargo, para este estudio se tomaron 10 plantas de las más comunes las cuales después de elaborar una tabla comparativa sobre sus características se seleccionó la planta "Corona de Cristo" como sujeto de estudio. Una vez diseñado el prototipo se llevaron a cabo diversas pruebas de funcionalidad obteniendo un 66 % del control de eficiencia, por lo que se concluye que es importante corregir los errores de interfaz en la aplicación para prevenir fallas, sin embargo, el sistema de riego se considera una alternativa innovadora para mantener los controles de temperatura y humedad de las plantas.

Palabrasclave: Sistema de riego, plantas de ornato, app, Arduino®, customización.

Introducción

La escasez de agua en México es un tema preocupante para todos incluyendo sectores gubernamentales y privados y debido a la gran cantidad de demanda para uso doméstico e industrial (Silva et al., 2010), generando que la requerida para riego sea más reducida, por lo que es necesario su uso responsable y eficiente (Ortega Gaucin & Velasco Velasco, 2013), además de que la agricultura representa el mayor consumidor de agua para llevar a cabo sus actividades de manera óptima (Castro Popoca et al., 2008).

El desarrollo de actividades o técnicas que permitan el aprovechamiento del agua en un sistema de riego ayuda a conservar y administrar de forma eficiente de este recurso hídrico (Rolland & Vega Cárdenas, 2017), lo que se puede realizar con ayuda de los recursos tecnológicos disponibles hoy en día, logrando la sustentabilidad para no poner en riesgo los recursos naturales de las generaciones futuras (Guijarro-Rodríguez et al., 2018), por ello este dispositivo permitirá ahorrar agua al momento de regar las plantas evitando su desperdicio al dejar la manguera abierta o utilizar más agua de la necesaria.

Los sistemas de riego siempre han sido importantes para el ser humano, pues gracias a estos puede cubrir sus necesidades en cuanto a alimentos (Aguilera-Morales et al., 2012). El conocer la cantidad de agua apropiada para cada tipo de plata resulta importante e indispensable pues de ello depende su bienestar al suministrar solo la cantidad necesaria previamente establecida, cubriendo las necesidades de las plantas, sin generar algún daño por la escasez o exceso de agua (Vence, 2008).

Los teléfonos inteligentes han demostrado ser un aleado para el control de los sistemas de riego de manera remota debido a la tecnología diseñada en los productos actuales. La aplicación móvil que pretende emplearse empleará el lenguaje Arduino® siendo capaz de enviar una señal al móvil el cual de manera automática identificará cuándo debe activar la función de riego el sistema sin necesidad de hacerlo de forma manual (Artero, 2013). De la misma manera se podrá visualizar e identificar la temperatura y humedad que tendrá la planta (Jarma Orozco et al., 2012).

Materiales y Métodos

Este proyecto experimental está diseñado para

pequeños jardines y su actividad puede ser medida y monitoreada desde un dispositivo móvil empleando un sensor de humedad, un sensor de temperatura LM35®, una tarjeta Arduino® y otros elementos que interactúan para lograr un sistema funcional.

Elección de planta de ornato.

En la Ilustración 1 se muestra la “Corona de Cristo” que fue la planta de ornato seleccionada para el estudio, derivado de la revisión de literatura siendo una de las plantas mayormente presentes en las casas habitación con sus principales características (ver Tabla 1).



Ilustración 1. Corona de Cristo para el estudio del sistema de riego.



Plantas ornamentales

Nombre	Tamaño	Características del suelo y espacio	Riego o humedad	Fuente
Adiantum capillus-veneris o culantrillo de pozo.  Fuente: (Arredondo Gómez et al., 2012).	Es un tipo de planta de helechos con hojas finas, su tamaño por lo regular es de 50 cm.	Suelo con materia orgánica.	Requiere de humedad constante y es una planta de sombra.	(Arredondo Gómez et al., 2012).
Allamanda cathartica, alamanda o trompeta de oro.  Fuente: (+25 plantas ornamentales, 2011).	Alcanza 3 m de altura cuando se utilizan tutores y se expande 2 m.	Requiere de media sombra y sol, necesita de un suelo no muy mojado.	Riego dos veces por semana durante el verano.	(Allamanda cathartica | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente, 2015).
Anthurium scherzerianum, anturio, capotillo o calas.  Fuente: (+25 plantas ornamentales, 2011).	Pueden llegar a medir hasta 0.7 m de altura hay de diferentes colores.	Requiere de sombra o media sombra, no resiste los rayos directos del sol, ni los descensos bruscos de temperatura, necesita un suelos bien aireados y drenados, con un pH óptimo en 5.7.	Riego es en verano unas 3 veces a la semana, en invierno 1 vez por semana.	(«Anthurium o anturios o calas», 2009).
Bougainvillea spp o bugambilia.  Fuente: (Ornamental | Biodiversidad Mexicana, 2020).	El tronco y las ramas tienen espinas con hojas elípticas de 13 cm de longitud, con la base muy grande y el ápice agudo. Esta planta alcanza 8 m, produce toda gama de colores en sus hojas.	Planta de sol. Resiste todos los climas, especialmente los cálidos y secos. Requiere de suelos o sustratos fértiles.	Riego abundante en verano cada 3 días y más poco durante el invierno, no tolera demasiada humedad.	(Las bugambilias formas y usos. Jardines sin fronteras, 2018).
Floripondio o brugamsia aurea  Fuente: (Ornamental | Biodiversidad Mexicana, 2020).	Es un arbusto de hoja perenne con flores en forma de trompeta huelen sobre todo durante la noche. Puede alcanzar 5 m de altura y 2 m de ancho.	Florece durante todo el año, menos en la primavera. Florea en ciclos de 6 semanas con sol o sombra, protegido del viento.	El riego debe ser durante su crecimiento y la floración.	(Floripondio o Estramonio Ciudades de La Brugmansia o Datura, 2021).
Calathea crocata o calatea Fuente: (10 plantas  ornamentales ideales para el otoño, 2018).	Se caracteriza por ser un arbusto de follaje ornamental con pequeñitas flores blancas. Tamaño de hasta 50 cm de altura.	Es una planta de sombra el sol directo decolora las hojas, les hacen daño los cambios bruscos de temperatura o las corrientes de aire, la temperatura ideal es de 18-24 ºC y la temperatura mínima es de 5-9 ºC. En el suelo necesita un drenaje perfecto.	Riego de 2 ó 3 veces por semana en verano y una en invierno, mojar las hojas frecuentemente, es una planta para un clima húmedo.	(Calatea o calathea, 2011).
Chlorophytum comosum, mala madre o lirios  Fuente: (10 plantas ornamentales ideales para el otoño, 2018).	Esta planta crece formando una roseta central posee hojas angostas y largas de 20 a 40 cm de longitud y 5 a 20 mm de ancho. Miden alrededor de 50 cm de altura. Se caracterizan por su principal característica que son flores pequeñas, blancas y esparcidas en panículas.	Es una planta de media sombra, resiste heladas no inferiores a -2 ºC y de corta duración. Suelo o con buen drenaje, de hoja enterrada. Toleran la sequía y no mueren si se olvida el riego, ya que la almacenan agua en las raíces.	Riego de 2 ó 3 veces por semana en verano y 1 en invierno.	(Chlorophytum - Información sobre la planta - Propiedades y cultivo, 2011).
Codiaeum variegatum o crotón  Fuente: (Croton Codiaeum, Información sobre la planta Propiedades y cultivo, 2013).	Arbusto siempre verde de tamaño alcanza 6 m de altura. Floración tiene flores pequeñas, rojas, violetas o blancas, más o menos muy llamativas.	Planta de media sombra o con iluminación intensa para mantener vivos los colores.	Planta de media sombra o con iluminación intensa para mantener vivos los colores. Se recomienda el riego de 2 ó 3 veces por semana en primavera y verano y cada 4 ó 5 días en invierno	(Croton Codiaeum, Información sobre la planta Propiedades y cultivo, 2013).



Euphorbia milii var. Splendens o conocida como corona de Cristo  Fuente: («Plantas Ornamentales para decorar tu Casa y Jardín ¡Te encantarán!», 2014).	Corona de Cristo es una planta con arbusto con flores y espinas, hojas de forma espatulada, verdes en ambas caras y con una espina en su base de implantación al tallo. Llegan a medir por lo regular 120 cm de altura.	Son muy vistosas las brácteas (no confundir con las flores que son diminutas, envueltas por las brácteas) de tonos naranja, rojo o amarillo. En invierno pierde casi todas las hojas. Es una planta de sol, pero prefiere media sombra, aunque florece muy poco o nada. No tolera el frío.	Se debe de regar aproximadamente una vez a la semana, no necesita grandes cantidades de agua cuando las condiciones ambientales son cálidas, pero en los calurosos días de verano necesitan tanta agua como cualquier otra planta.	(La euphorbia milii o espina de cristo, una planta con flor todo el año - Bricomanía, 2018).
Kalanchoe blossfeldiana o llamadas como brujitas.  Fuente: («Plantas Ornamentales para decorar tu Casa y Jardín ¡Te encantarán!», 2014).	Suculenta que alcanza 40 cm de altura por 20 cm de ancho con brillantes hojas carnosas de color verde oscuro. Se caracterizan por ser de corto tallo sin hojas que nace de las axilas de las hojas, al final de este tallo surgen en forma de racimo numerosas flores con 4 pétalos de unos 4 mm de diámetro, éstas pueden ser rojas, purpúreas, anaranjadas, amarillas, blancas.	Esta plantita debe de tener sombra o media sombra.	Riego como la mayoría de las plantas, es muy sensible al exceso de agua y la causa de pudrición de la base.	(Kalanchoe: descripción y cuidados - Jardinatis, 2021).

Tabla 1. Plantas ornamentales más comunes presentes en casas habitación.

Maqueta para pruebas funcionales

Para realizar las pruebas funcionales del sistema de riego, se procedió a realizar a escala un modelo de casa habitación a manera de maqueta, cuyo procedimiento se describe en la Ilustración 2.

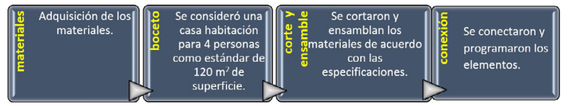


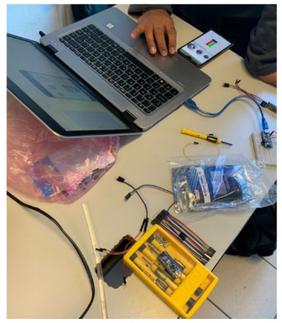
Ilustración 2. Procedimiento para maqueta para pruebas funcionales.

En la Ilustración 3, se muestra el modelo a escala de la casa habitación donde se realizaron las pruebas funcionales.



Ilustración 3. Maqueta para pruebas del sistema de riego.

En la Ilustración 4 puede observarse la programación para sincronizar la app con el sistema de riego.



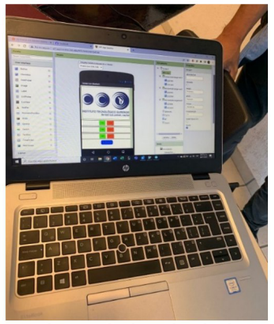
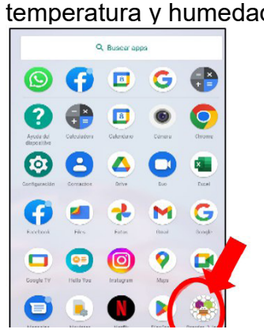
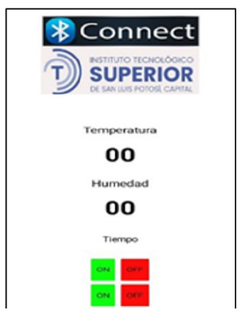


Ilustración 4. Sincronización de app con sistema de riego: izquierda:

El sistema funciona mediante un sensor de humedad que detecta cuando la planta necesita agua, porque se encuentra seca, el encendido y apagado se puede controlar por una aplicación móvil desde algún dispositivo móvil, en este caso las pruebas se realizaron con un smartphone, el cual se conectó por medio del Bluetooth al sistema Arduino, cargándolo con un eliminador o cargador de 5 V. El programa de códigos se configuró por medio del uso del programa Arduino® 1.8.19, con el cable USB este dispositivo es conectado a la laptop y al sistema por la entrada del Arduino® nano y se carga totalmente los códigos al prototipo. Se envía la señal para que el sensor detecte la humedad y temperatura de la planta para comenzar a regarla, el agua llega a la “Corona de Cristo” mediante una mini bomba sumergible. En el modelo a escala se colocó un estante con agua en el que se colocó la bomba, la manguera llega a la localización de donde se ensambló la planta. Cada 2 segundos en la aplicación se está actualizando la temperatura y la humedad.
En la Ilustración 5, se muestra el ícono de la app después de ser instalado y los apartados para el encendido y apagado, así como del sistema de temperatura y humedad.





Resultados

En la Ilustración 6 se muestra la gráfica derivada de las pruebas funcionales realizadas del sistema de riego. Del total de pruebas realizadas a la bomba de agua, se tuvo una eficiencia del 88 % debido a que en algunos momentos se retrasó el encendido, esto se subsanó realizando ajustes en las conexiones y cableado incrementando la funcionalidad hasta un 91 %.

En lo que respecta a las pruebas con el sensor de temperatura se estuvieron ajustando los conectores y verificando los puntos de soldadura, los cuales estaban correctos, lo que conllevó a considerar adquirir un nuevo tipo y modelo de sensor incrementando la eficiencia del 56 al 89 %.

La app inicialmente tuvo una eficiencia del 69 %, hasta lograr un 90 %, se consideraron ajustes en la conexión bluetooth y de Arduino y se reiniciaron los ajustes de configuración de los dispositivos móviles desde las cuales se estuvieron activando.

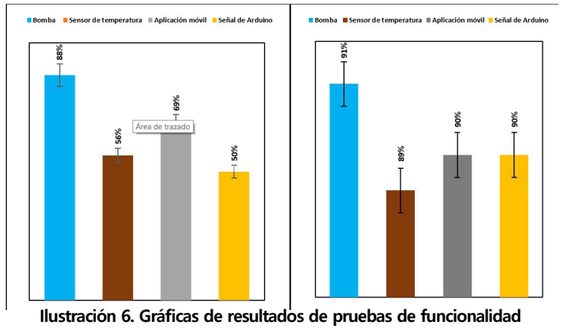


Ilustración 6. Gráficas de resultados de pruebas de funcionalidad (izquierda: iniciales, derecha, actual).

Por las características de la planta elegida, se debió de regar aproximadamente una vez a la semana, no necesita grandes cantidades de agua cuando las condiciones ambientales son cálidas, en el modelo se programaba cada tercer día irrigando 125+0.5 ml durante 8 semanas (Ilustración 7), el funcionamiento se mantuvo constante (ver Tabla 3).



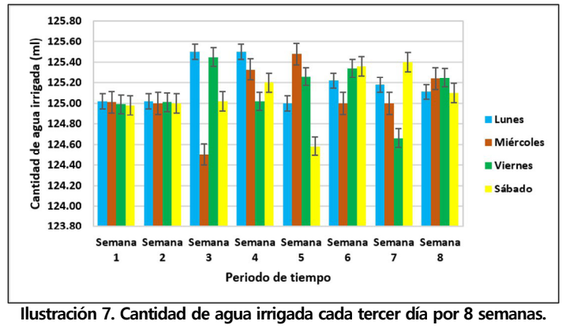


Ilustración 7. Cantidad de agua irrigada cada tercer día por 8 semanas.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Lunes	x	x	x	x	x	x	x	x
Miércoles	x	x	x	x	x	x	x	x
Viernes	x	x	x	x	x	x	x	x
Sábado	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 3. Funcionamiento del sistema de riego por 8 semanas cada tercer día.

Conclusiones

Las pruebas funcionales sugieren mejorar en el sistema para que se tenga una eficiencia del 100 %, esperando lograr el objetivo de controlar el riego de las plantas de manera confiable configurando y manteniendo en cada planta el nivel de humedad de manera customizada y activando la bomba para abastecer de agua en el momento requerido controlado mediante una app desde un teléfono celular o dispositivo con conectividad bluetooth.

Durante 8 semanas se mantuvo el sistema funcionando correctamente, irrigando la cantidad de agua programada para el tipo y dimensiones de la planta elegida durante la experimentación.

Este sistema de riego se elaboró a escala para realizar pruebas y comprobar su funcionalidad en plantas de ornato, sin embargo, se pretende que el sistema sea escalable pudiendo aplicarse a cualquier tipo de cultivo y plantas. Actualmente se están realizando pruebas en una casa habitación y se pretende incluir la conectividad con datos móviles o red wifi para que pueda ser más versátil, además de apoyar para ahorrar agua al momento de regar las plantas evitando desperdicios, dejar la manguera abierta o utilizar más agua de la necesaria.

Referencias

+25 plantas ornamentales: Qué son, tipos, nombres, imágenes y vídeos. (2011). https://www.ecologiaverde.com/plantas-ornamentales-que-son-tipos-nombres-e-imagenes-2642.html

10 plantas ornamentales ideales para el otoño. (2018). Blog de PAISAJISMO DIGITAL. https://paisajismodigital.com/blog/10-plantas-ornamentales-ideales-para-el-otono/

Aguilera-Morales, M. E., Hernández-Sánchez, F., Mendieta-Sánchez, E., & Herrera-Fuentes, C. (2012). Producción integral sustentable de alimentos. Ra Ximhai, 71-74. https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e1.2012.07.ma

Allamanda cathartica | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente. (2015). https://www.floresyplantas.net/allamanda-cathartica/

Anthurium o anturios o calas. (2009). Anthurium o anturios o calas. https://comocuidarmisplantas.blogspot.com/2009/01/anthurium-o-anturios-o-calas.html

Arredondo Gómez, A., Ávila Ayala, R., & Muñoz Gutiérrez, L. (2012). Fichas descriptivas de 52 plantas ornamentales que se comercializan en San Luis Potosi. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias.

Artero, Ó. T. (2013). ARDUINO. Curso práctico de formación. RC Libros.

Calatea o calathea: Características y cuidados - Jardinatis. (2011). https://www.hogarmania.com/jardineria/fichas/plantas/calatea-calathea-rufibarba-12747.html

Castro Popoca, M., Águila Marín, F. M., Quevedo Nolasco, A., Kleisinger, S., Tijerina Chávez, L., & Mejía Sáenz, E. (2008). Sistema de riego automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. Agricultura técnica en México, 34(4), 459-470. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0568-25172008000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Chlorophytum—Información sobre la planta—Propiedades y cultivo. (2011). https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/chlorophytum/

Croton Codiaeum, Información sobre la planta Propiedades y cultivo. (2013). https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/croton/

Floripondio o Estramonio ciudades de La Brugmansia o Datura. (2021). https://jardineriaplantasyflores.com/fichas/brugmansia-datura-floripondio/

Guijarro-Rodríguez, A. A., Torres, L. J. C., Preciado-Maila, D. K., & Manzur, B. N. Z. (2018). Sistema de riego automatizado con arduino.

Jarma Orozco, A., Cardona Ayala, C., & Araméndiz Tatis, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: Una revisión. https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/803

Kalanchoe: Descripción y cuidados—Jardinatis. (2021). https://www.hogarmania.com/jardineria/fichas/plantas/kalanchoe-14938.html

La euphorbia milii o espina de cristo, una planta con flor todo el año—Bricomanía. (2018). https://www.hogarmania.com/jardineria/fichas/arbustos/euphorbia-milii-espina-cristo-planta-40356.html

Las bugambilias formas y usos. Jardines sin fronteras. (2018). https://jardinessinfronteras.com/2018/01/19/las-bouganvilleas-especies-hibridos-formas-y-usos/

Ornamental | Biodiversidad Mexicana. (2020).

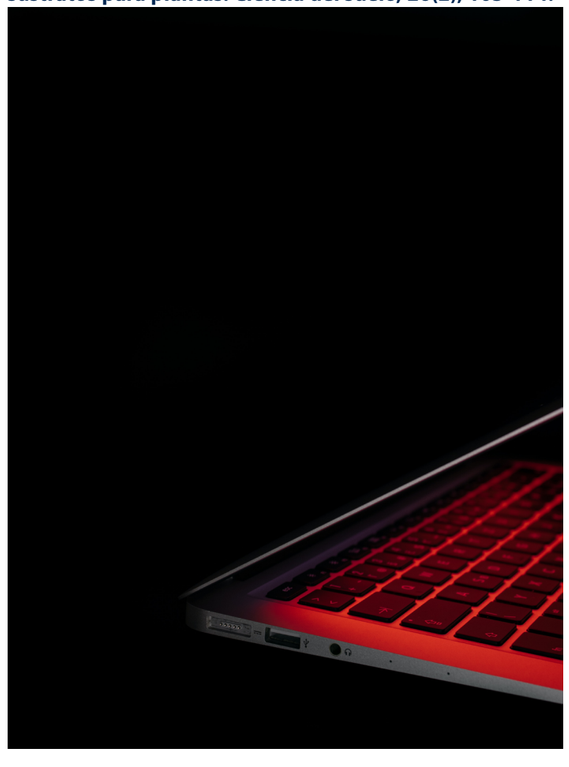
Ortega Gaucin, D., & Velasco Velasco, I. (2013). Aspectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en México. Aqua-LAC (1688-2873), Vol. 5, No. 2. http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2078

Plantas Ornamentales para decorar tu Casa y Jardín ¡Te encantarán! (2014). Ornamentalis Plantas, Flores, Jardinería y Viveros.

Rolland, L., & Vega Cárdenas, T. (2017, septiembre 9). La gestión del agua en México. Scielo. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-23332010000200006&script=sci_arttext

Silva, E., Ortiz, J. E., Murillo, C., Nava, G., Cárdenas, O., Peralta, A., Paredez, M., Piñeros, K., & Otálora, A. (2010). Estudio de caracterización de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua utilizada en la industria de alimentos, Colombia, 2007. Biomédica, 30(3), 421. https://doi.org/10.7705/biomedica.v30i3.276

Vence, L. B. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. Ciencia del suelo, 26(2), 105-114.



DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN CNC DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO POR MEDIO DE DOE.

M.I. Rubén Loredo Limón1, Luis Gerardo Robledo Arredondo2, M.I. José Álvaro Vázquez Rivera1, M.I. Gabriela Rangel Ramirez1

1Docente del Departamento de Ingeniería Mecatrónica.

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí Capital,

2Estudiante de ingeniería Mecatrónica.

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí Capital

Abstract

Expanded Polystyrene (EPS) is a versatile solid foam plastic material with low density. To get a piece from a solid block it can be done using different methods, one of them, that offers the best finish, complicated paths and precision, is hot wire cutting. However, the wrong combination of cutting wire feed rate and temperature can lead to undesirable cutting results such as to much maerial removed and dragging or bending of the cutting wire. To avoid this, the appropriate EPS cutting speed must be known. The present work solves the problem by using the Design of Experiments (DoE) to obtain correct combinations of feed rate and electric power values to cut EPS pieces of 10, 20 and 37 mm thickness.

Keywords: Expanded polystyrene, EPS, cutting speed, feed rate, DoE, design of experiments, digital manufacturing.

Resumen

El Poliestireno Expandido (EPS) es un material plástico versátil de espuma sólida con baja densidad. Para obtener una pieza a partir de un bloque sólido se puede realizar mediante diferentes métodos, uno de ellos que ofrece mejor acabado, versatilidad de trayectorias y precisión, es el corte por hilo caliente. Sin embargo, la combinación incorrecta entre velocidad de avance del alambre de corte y temperatura puede provocar resultados de corte no deseados como desprendimiento excesivo de material caliente, arrastre o flexión del hilo de corte y tiempo excesivo de operación. Para evitar lo anterior se debe conocer la velocidad de corte adecuada del EPS. El presente trabajo resuelve el problema utilizando el Diseño de Experimentos (DoE) para obtener el valor de potencia eléctrica que permita cortar piezas de EPS con espesores de 10, 20 y 37 mm a la máxima velocidad de avance.

Palabrasclave: Poliestireno expandido, EPS, velocidad de corte, velocidad de avance, DoE, diseño de experimentos, manufactura digital

Introducción

El EPS, un material plástico en forma de espuma sólida, es conocido por su baja densidad, su ligereza, rigidez, bajo costo y propiedades físicas favorables. Puede ser cortado por diferentes medios, pero todo depende de las características de diseño, al someter a comparación en una matriz las características deseadas en seis distintas maneras de realizar cortes en EPS, se observa en la Tabla 1 que el corte por hilo caliente con CNC es el adecuado.

	Navaja exacto manual	*Segueta manual*	*Cuchillo térmico manual*	*Hilo caliente manual*	*Cuchillo térmico CNC*	*Hilo caliente CNC*
Cortes en trayectorias rectas precisos	2	0	2	2	3	3
Cortes en trayectorias curvas precisos	1	0	1	1	3	3
Cortes perpendiculares	2	1	2	2	3	3
Cortes limpios sin rebaba ni rugosidad	2	0	2	3	3	3
Permite cortar distintos grosores	2	3	3	3	3	3
Se obtienen las dimensiones deseadas.	3	0	0	3	2	3
No requiere repuestos frecuentemente	0	3	3	3	3	3
Es seguro al manipularlo	1	2	1	2	2	3
Evaluación final	13	9	14	19	22	24

Tabla 1. Matriz de evaluación de las técnicas y/o herramientas de corte para EPS evaluando con 0,1,2 y 3 si no cumple, poco, medianamente y totalmente respectivamente.

En la Ilustración 1 se muestra un dispositivo CNC de dos ejes, X y Y de diseño propio para corte de EPS por medio de hilo nicromo caliente. Traslada la ubicación de un hilo caliente de nicromo calibre AWG 32 siguiendo las trayectorias de un dibujo CAD para generar el corte de la figura deseada a una velocidad controlada llamada velocidad de avance con unidades mm/min.

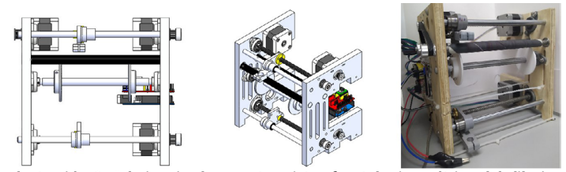


Ilustración 1. A la izquierda y centro vistas frontal e isométrica del dibujo en CAD del dispositivo CNC de corte, a la derecha imagen real del dispositivo.

La temperatura al hilo de nicromo se regula cambiando el voltaje que se le suministra. Y es justo aquí donde radica la problemática, ya que la combinación incorrecta entre velocidad en que avanza el hilo de corte y la temperatura del mismo puede provocar resultados de corte no deseados como:

- Ineficiencia de operación al requerir más del tiempo necesario para realizar el corte debido a una velocidad de avance (mm/min) menor a la óptima.
- Arrastre o flexión del hilo de corte, lo que resulta en pérdida de perpendicularidad entre las caras y generación de hebras o rebabas finas con aspecto de algodón debido a una baja temperatura como se explica en la Ilustración 2.
- Desprendimiento excesivo de material calentado que provoca dimensiones fuera de rango, acabados rugosos, redondeo en aristas y liberación de gas y humo debido a alta temperatura como se explica en la Ilustración 3 donde se aprecia la superficie

del EPS y el rastro que deja el hilo de corte según el calor que irradia.

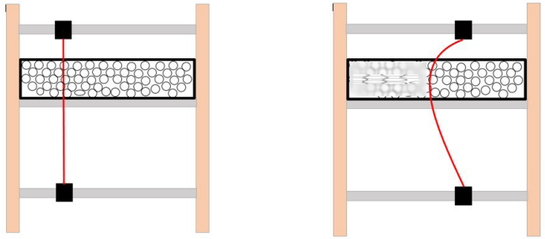


Ilustración 2. A la izquierda, condición ideal del hilo de nicromo que se mantiene recto al cortar, a la derecha situación no deseada de flexión y arrastre del hilo al cortar con velocidad baja y/o poca temperatura.

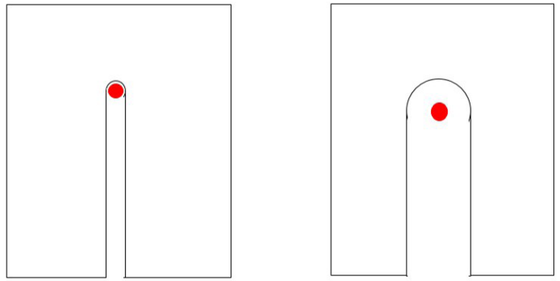


Ilustración 3. A la izquierda condición ideal donde la marca que deja el hilo es del mismo grosor con temperatura correcta, a la derecha exceso de calor deja marca muy grande alrededor del hilo.

Al ser un diseño propio, aun no se cuenta con los parámetros correctos de velocidad de avance del hilo de corte y temperatura. Por lo que se plantea principalmente como objetivo obtener la combinación adecuada de los parámetros de corte EPS con hilo de nicromo caliente calibre AWG 32 para lograr caras lisas, dimensiones correctas y cortes perpendiculares en EPS.

Finalmente se plantea la hipótesis de que usar la metodología de diseño de experimentos (DoE) permitirá obtener la combinación adecuada de los parámetros de corte en EPS con hilo de nicromo caliente calibre AWG 32 en EPS de 10, 20 y 37mm de espesor.

El hilo de nicromo, temperatura y potencia eléctrica.

El hilo de nicromo es una aleación de níquel y cromo. Tiene propiedades de resistencia eléctrica que la hacen ideal para la generación de calor cuando se pasa corriente a través de ella. Para el presente estudio, se utilizó alambre de nicromo de 6 cm de longitud calibre AWG 32. En la Ilustración 4 se observa la medición con el multímetro de la resistencia del hilo utilizado la cual corresponde a 2.8 ohms, que para fines prácticos, permanece constante durante el estudio.



Ilustración 4. Medición de la resistencia del hilo de nicromo calibre AWG 32 con multimetro en la escala de ohms.

El hilo de nicromo está en contacto con el aire, de este modo su temperatura aumentada da como resultado una transferencia de energía por calor hacia el aire. Además, el resistor emite una radiación térmica, lo que representa otro modo de escape de la energía. Dicha energía se puede relacionar por medio de corriente y voltaje en potencia eléctrica como en la Ecuación 1.

$$P = I * V$$

Ecuación 1

Y de acuerdo a la ley de Ohm, se tiene que:

$$P = I^2 * R = \frac{V^2}{R}$$

Ecuación 2

De acuerdo a la Ecuación 2, al suministrar un voltaje V variable a la resistencia R con valor constante del hilo de nicromo, se obtiene una potencia eléctrica, es decir, una cantidad de energía que será disipada en forma de calor por la resistencia, la cual será utilizada para generar el corte. Por lo que a partir de este momento se entiende que se hablará en términos de potencia eléctrica en lugar de la temperatura a la energía capaz de generar el corte, ya que el voltaje y la corriente son variables fáciles de medir y controlar, por el contrario, medir y controlar la temperatura requiere de más componentes y de un proceso en exceso complicado e innecesario.

Características de funcionamiento del dispositivo CNC

En la Tabla 2 se muestran las características de operación mínimas y máximas del dispositivo de corte CNC de diseño propio que servirán como información de entrada para el desarrollo del Diseño de Experimentos.

Característica	Valor	Unidades
Velocidad de avance	De 500 a 2000	mm/min
Resistencia eléctrica del hilo	2.8	Ohm
Voltaje de la resistencia	De 0.53 a 5.13	Volts
Corriente de la resistencia	De 0.159 a 1.546	Amp
Potencia de la resistencia	De 0.08427 a 7.93098	Watts
Grosores de EPS	De 10 a 37	mm

Tabla 2. Valores de operación del dispositivo de corte

Evaluación del corte según sus resultados

Un corte ideal es aquel que presente las características de una calificación 0 según la Tabla 3.

Flexión del hilo de corte	Marca que deja el desprendimiento de material calentado	Acabado de la superficie de corte	Liberación de gas y humo que se puede percibir fácilmente	Calificación del corte	Combinación de resultados de corte
Extrema	Nula (no corta)	Sin corte	Nula	-3	
Mucha	Menor o igual al calibre del hilo	Acabado rayado con muchas hebras	Nula	-2	No deseados
Poca	Menor o igual al calibre del hilo	Acabado liso con pocas hebras	Nula	-1	
Nula (ideal)	Muy similar o igual al calibre del hilo (ideal)	Acabado liso sin hebras (ideal)	Muy poco	0	Condición ideal
Nula	Mayor al calibre del hilo	acabado ligeramente rugoso sin hebras	Poco	1	
Nula	Mucho mayor al calibre del hilo	acabado muy rugoso sin hebras con aristas poco redondeadas	Mucho	2	No deseados
Nula	Extremadamente mayor al calibre del hilo	acabado extremadamente rugoso sin hebras con aristas muy redondeadas	Extremo	3	

Tabla 3. Características y calificaciones del corte, idealmente se espera una calificación de 0.

Metodología de DoE

eCon esta herramienta estadística para la mejora de la calidad se diseñarán las condiciones ideales del corte de EPS para que cumplan con las expectativas deseadas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. Lo que es muy útil ya que el resultado del corte depende de variables que se deben ajustar para optimizarlo. Con este método sistemático utilizado en estadística aplicada para determinar qué efecto podrían tener en todas las combinaciones se manipularán

Figura 7.- Flujo de granos con la colocación de alerones. a) Módulo y tolva llenos, b) Inicio de descenso de granos, c) Flujo de grano en el primer paso, d) Flujo de granos en pasos inferiores y e) Resultado del mezclado de granos.

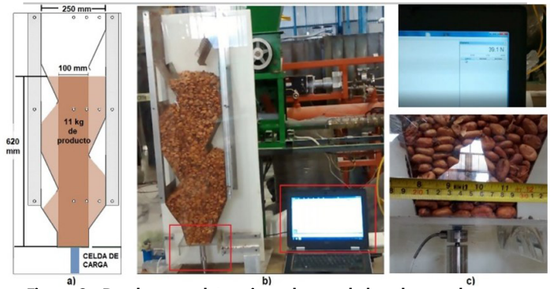


Figura 8.- Prueba para determinar el peso de la columna de grano.

tres factores de entrada: Velocidad de avance, Potencia y Espesor de EPS como se observa en la Ilustración 5. Cabe mencionar que se usará la herramienta estadística Minitab para en análisis de la información y obtención de resultados.

Se optó por el uso del diseño factorial completo de 2 niveles ya que éste se usa para un pequeño número de variables con pocos estados y prueba todas las condiciones posibles, que en el presente estudio son 8, debido a que 3 factores y 2 niveles resultan en 23=8. El diseño factorial funciona bien cuando las interacciones entre variables son fuertes e importantes y donde cada variable contribuye significativamente. Lo anterior es el caso del presente estudio y se observa en la Ilustración 5. Para los niveles se usaron los valores según la Tabla 2.



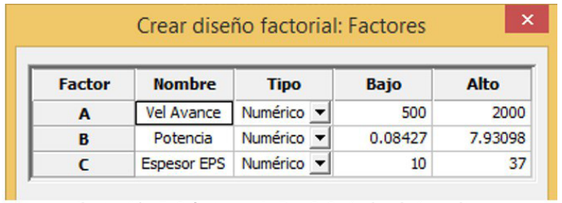


Ilustración 5. 3 factores: A, B y C. 2 niveles: bajo y alto.

Una vez definidos los 3 factores y 2 niveles, se procede a realizar las 8 corridas en el dispositivo ajustando los valores de Velocidad de avance y Potencia para cada espesor de EPS según cada corrida, y así, evaluar el resultado del corte según lo establecido en la Tabla 3 como se muestra en la columna C8 de la Ilustración 6.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	Vel Avance	Potencia	Espesor EPS	Calificación de corte
1	1	1	1	1	500	0.08427	10	-0.5
2	2	2	1	1	2000	0.08427	10	-2.0
3	3	3	1	1	500	7.93098	10	3.0
4	4	4	1	1	2000	7.93098	10	3.0
5	5	5	1	1	500	0.08427	37	-1.5
6	6	6	1	1	2000	0.08427	37	-3.0
7	7	7	1	1	500	7.93098	37	3.0
8	8	8	1	1	2000	7.93098	37	2.0

Ilustración 6. Corridas, combinaciones de los 3 factores y calificación del corte después de cada prueba.

Se procede a analizar la información del diseño factorial con lo que se obtiene la Ecuación de regresión en unidades no codificadas Ecuación 3. El diagrama de Pareto de la Ilustración 7 muestra que el factor B “Potencia” es estadísticamente significativo. Los demás se consideran solamente como ajustes.

Calificación de corte = 0.3435 - 0.001013 Vel Avance + 0.3194 Potencia - 0.03757 Espesor EPS
+ 0.000159 Vel Avance*Potencia + 0.000000 Vel Avance*Espesor EPS
+ 0.006293 Potencia*Espesor EPS
- 0.000003 Vel Avance*Potencia*Espesor EPS

Ecuación 3

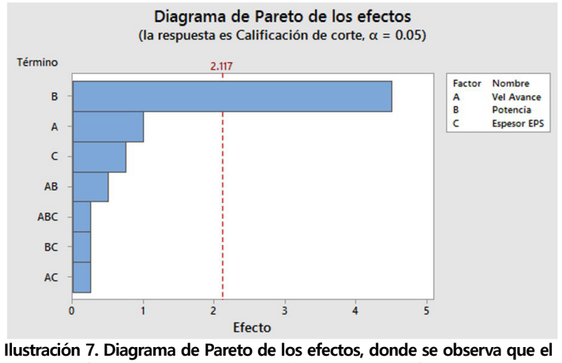


Ilustración 7. Diagrama de Pareto de los efectos, donde se observa que el factor B “Potencia” es estadísticamente significativo.

Resultados

Al optimizar las respuestas para un objetivo de 0 (ver Tabla 3), un valor máximo de velocidad de avance de 2000 mm/min para cada uno de los 2 niveles de grosor de EPS más uno extra intermedio de 20 mm (valor comercial de grosor para EPS) como elemento de prueba de la hipótesis, se obtienen las siguientes predicciones de la Tabla 4 y que se pueden analizar por separado en la Ilustración 8, Ilustración 9 e Ilustración 10 :

Espesor EPS	Potencia a velocidad de 2000 mm/min
10 mm	3.2230 watts
20 mm	3.8042 watts
37 mm	4.7923 watts

Tabla 4. Resultado de las predicciones

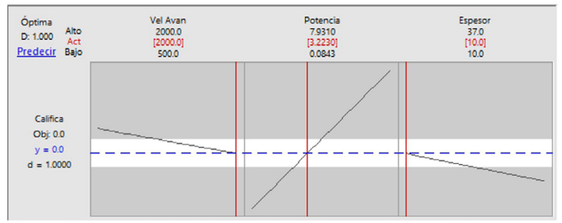


Ilustración 8. Resultado de la predicción de potencia con objetivo 0 para 10mm con una velocidad de avance de 2000 mm/min

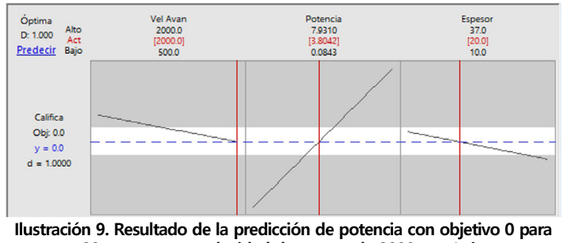


Ilustración 9. Resultado de la predicción de potencia con objetivo 0 para 20mm con una velocidad de avance de 2000 mm/min

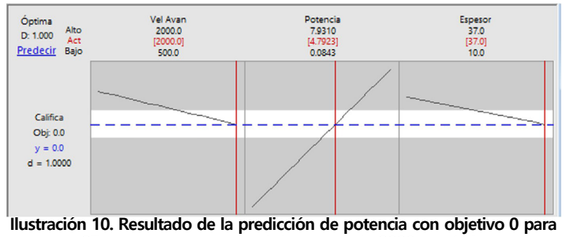


Ilustración 10. Resultado de la predicción de potencia con objetivo 0 para 37mm con una velocidad de avance de 2000 mm/min

Se sometió a una prueba física el corte de EPS de 20 mm con la intensión de comparar los resultados reales con la predicción de la Ilustración 9 y la Tabla 4. La cual consistió en cortar un rectángulo de 30 x 40 mm, y obtener las medidas internas y externas para conocer el material desprendido, el acabado y la perpendicularidad de las caras. Para tomar las medidas, se usó un vernier de la marca Mitutoyo como se muestra en la Ilustración 11 y cuyos resultados se concentran en la Tabla 5.

Medida	Valor	Diferencia	Promedio de diferencias
Largo interior	40.76 mm	1.4 mm	1.325 mm
Largo exterior	39.36 mm		
Ancho interior	30.95 mm	1.25 mm	
Ancho exterior	29.70 mm		

Tabla 5. Medidas de la prueba física en placa de 20mm



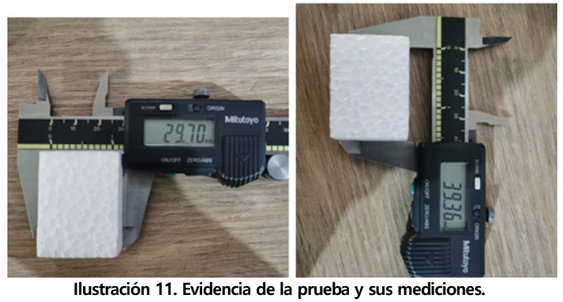


Ilustración 11. Evidencia de la prueba y sus mediciones.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de la prueba en el material de 20mm se pueden observar los siguientes acontecimientos:

• Los resultados de corte fueron los esperados respecto al acabado, la perpendicularidad entre caras y la expulsión de gas y humo, no así para la cantidad de material removido.

• La cantidad de material removido superó al esperado ideal, debido a que el promedio del material desprendido fue de 1.325mm y el diámetro del hilo de nicromo calibre AWG32 es de 0.203mm creando un excedente de 1.122 mm.

• Aunque el existe una diferencia de material de 1.122 mm se considera un resultado favorable ya que usar otros valores de Velocidad de avance y/o potencia resultaría en acabados superficiales no deseado.

• La diferencia de material de 1.122 mm resulta un dato muy útil, ya que de él se despende el radio que en este caso equivale a 0.561mm y es un valor minúsculo que fácilmente se puede compensar en los softwares que generan las trayectorias como se observa en la Ilustración 12, ya sea por dentro de la trayectoria o por fuera de la misma, lo que deriva en obtener piezas con las dimensiones correctas.

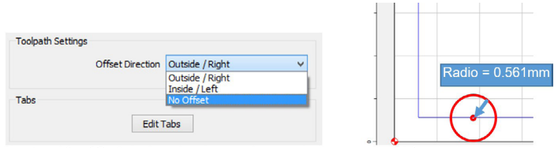


Ilustración 12. A la izquierda, opciones de compensación de herramienta en el software Carbide Create, la cual puede ser por fuera, por dentro o sin compensación siguiendo la trayectoria original. A la derecha, ejemplo de una trayectoria (línea externa negra) compensada por dentro 0.561mm (línea interna azul desplazada respecto a la negra).

• Finalmente, comparando los valores de predicción y los resultados reales, se confirma la hipótesis.

Bibliografía

Crystell, M. L. (2013). Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental. KUXULKAB, Revista de Divulgación, 3.

Diseño de Experimentos (DoE): Método para optimizar los resultados. (s.f.). Recuperado el 01 de septiembre de 2023, de https://safetyculture.com/es/temas/diseno-de-experimentos/

Hernández Ripalda, M. D., Tapias Esquivias, M., & Hernández González, S. (2019). Estadística inferencial 2. México: Patria Educación.

Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. España: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

Matheus Poletto, H. L. (2014). Polystyrene sythensis, characteristics and applications. (C. Lynwood, Ed.) Caxias do Sul/RS, Brazil: Nova Science Publishers, Inc.

Moldura, L. C. (2010 de Febrero de 3). La Casa de la Moldura. Obtenido de La Casa de la Moldura: https://www.casadelamoldura.com/como-se-hace-el-poliestireno-expandido-o-unicel/

QuimiNet. (15 de Febrero de 2012). QuimiNet, información y negocios segundo a segundo. Obtenido de QuimiNet, información y negocios segundo a segundo:

https://www.quiminet.com/articulos/historia-del-poliestireno-2681667.htm

Raymond A. Serway & John W. Jewett, J. (2009). Física para ciencias e ingeniería con física moderna (Séptima ed., Vol. 2). (S. R. González, Ed.) Ciudad de México : CENGAGE Learning.

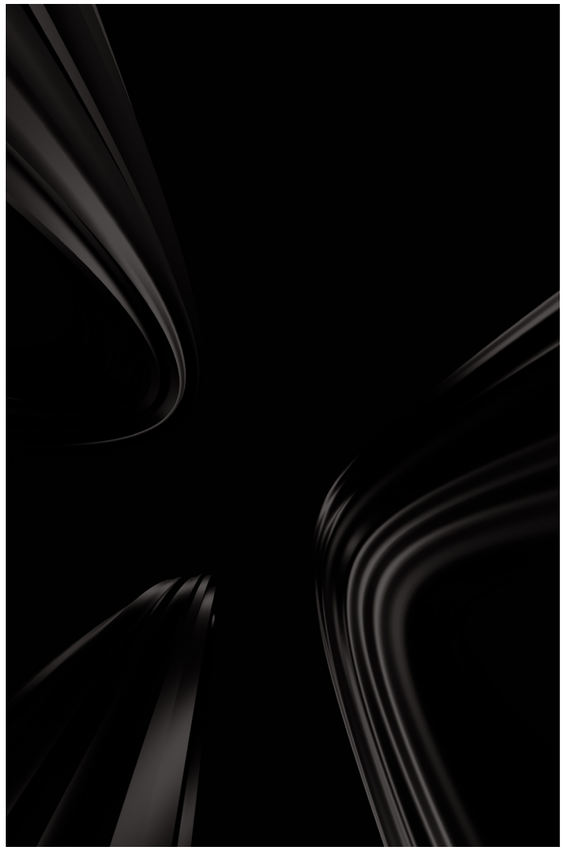
Rembar. (s.f.). American wire gauge conversion chart. Recuperado el 1 de Septiembre de 2023, de https://www.rembar.com/resources-technical-information-on-refractory-metals/american-wire-gauge-awg/

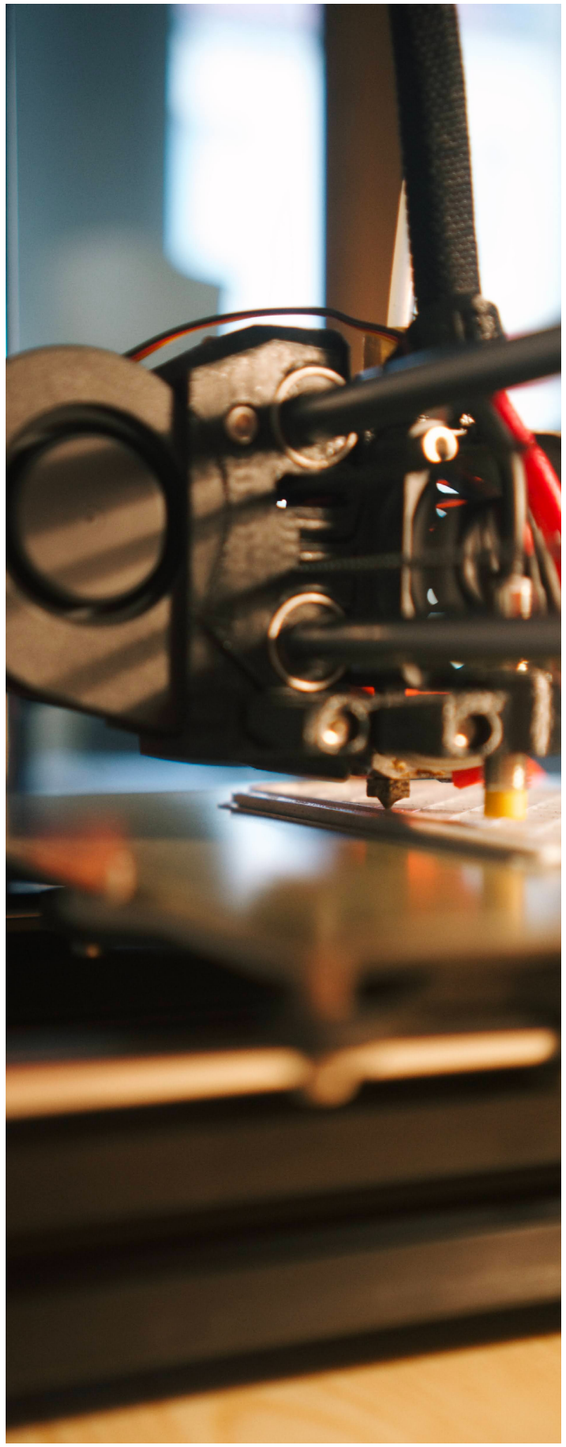
Sanchez Avila, G. (2014). Uso De La Tecnología En El Aula II. Reino Unido: Palibrio.

Staff, F. (1 de Septiembre de 2020). FANOSA, Aisla, Protege, Ahorra. Obtenido de FANOSA, Aisla, Protege, Ahorra: https://blog.fanosa.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-poliestireno-expandido-eps

T., R. (2023 de Mayo de 31). Tecnología del Plástico. Obtenido de Tecnología del Plástico: https://www.plastico.com/es/noticias/abc-del-poliestireno-que-es-usos-y-aplicaciones

Zhou, Z. (2011). Fundamentals of Digital Manufacturing Science. Springer, London.





PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA EL ÁREA DE HIDROTERAPIA EN UN CENTRO DE REHABILITACIÓN Y EDUCACIÓN ESPECIAL

Marco Zaragoza López[1], marco.zaragozalopez@outlook.com

Ma. de la Luz Morales Barbosa[2], luz.morales@tecsuperiorslp.edu.mx

Adela Marisol Sierra Guerrero3, adela.sierra@tecsuperiorslp.edu.mx

Maria Lisseth Flores Cedillo4*, maria.flores@tecsuperiorslp.edu.mx

1Estudiante de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí Capital.

2,3,4Docente de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí Capital.

Abstract

This paper presents a descriptive exploratory research derived from a documentary research process based on scientific reports to generate a proposal to implement a heating system based on an arrangement of photovoltaic cells that allow timing the tubs of the hydrotherapy area in the facilities of the Center for Rehabilitation and Special Education (CREE) belonging to the State DIF in the State of San Luis Potosí due to the fact that patients must carry out their therapies at a temperature of 36 °C, which currently represents a high consumption of LP gas generating an annual cost of $246,379.13 MXN, for which an investment with a clean energy system based on photovoltaic cells is proposed.

Keywords: Solar panel, hydrotherapy, water heater.

Resumen

En este trabajo se presenta una investigación exploratoria descriptiva derivada de un proceso de investigación documental basado en reportes científicos para generar una propuesta de implementar un sistema de calentamiento basado en un arreglo de celdas fotovoltaicas que permitan temporizar las tinas del área de hidroterapia en las instalaciones del Centro de Rehabilitación y Educación Especial (CREE) pertenecientes al DIF Estatal en el Estado de San Luis Potosí debido a que los pacientes deben de realizar sus terapias a una temperatura de 36 °C, lo que actualmente representa un elevado consumo de gas LP generando gasto anual de $ 246,379.13 MXN por lo que se propone una inversión con un sistema de energías limpias a base de celdas fotovoltaicas.

Palabrasclave: Panel solar, hidroterapia, calefactor de agua.

Introducción

Abordando el tema del calentamiento global, se espera que el uso de energías renovables permita disminuir la contaminación del medio ambiente y aprovechar al máximo los recursos naturales (Salazar-Peralta et al., 2016). Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica (Sánchez et al., 2021). Los paneles se colocan en serie para conseguir un voltaje adecuado a la aplicación eléctrica en cuestión o demandada (Cabezas-Maslanczuk et al., 2018).

Las celdas solares (CS) o fotovoltaicas (FV) son convertidores de energía en forma de radiación electromagnética en energía eléctrica (Torres-Pacheco et al., 2018).

La naturaleza espectral de la luz es indispensable para el diseño de las celdas solares (Álvarez López & García Angarita, 2014). Deben de evaluarse las características de funcionalidad de los paneles solares fotovoltaicos para determinar su capacidad de generar voltaje (V) y los costos dependiendo del material y las circunstancias que mejor se adapten al entorno. Una vez determinadas las características de operación, se abordarán datos históricos como el clima de la ciudad de San Luis Potosí con la finalidad de obtener predicciones que permitan desarrollar las actividades acordes con el entorno y el lugar en donde se deberán de instalar las celdas solares, ofreciendo un beneficio no solo dentro del CREE sino para las Instituciones que otorguen tratamientos de rehabilitación basados en hidroterapia para prevenir y tratar diferentes tipos de dolencias musculares (Ibarra Cornejo et al., 2015; Rodríguez-Fuentes & Santos, 2002).

Se realizó un comparativo tomando los datos históricos del CREE sobre los costos del consumo de gas LP para el calentamiento de las tinas de hidroterapia que es utilizado para elevar la temperatura dentro del área de Hidroworx®, Tina de Hubbard (con forma de mariposa), y el área de remolinos (ver Figura 1).



Figura 1. Tanques terapéuticos con capacidad de 80,000 L a temperatura de 36 °C.
Fuente: CREE, 2022.

En este estudio se realizó un estudio de factibilidad técnica y económica para la generación de una propuesta que permita el calentamiento de los tanques terapéuticos del área de Hidroterapia del CREE.

Justificación

• Impacto social
El uso de energías renovables permite mejorar la economía y calidad de vida de las personas. En el CREE logrará garantizar una mayor satisfacción y comodidad al momento de brindar el servicio de los tanques terapéuticos, cumpliendo el objetivo de mantener el agua a temperatura de 36 °C.

• Impacto tecnológico
La aplicación de celdas fotovoltaicas permitirá la incorporación de nuevas fuentes de energía para brindar soporte al tanque terapéutico y en un futuro llegar lograr un mayor alcance dentro de las instalaciones.

• Impacto ético
Es de suma importancia dar a conocer a los pacientes las condiciones bajo las cuales serán sometidos en su tratamiento sobre las condiciones térmicas del agua dentro en el área de hidroterapia, y principalmente el compromiso y responsabilidad de brindar instalaciones en óptimas condiciones incrementando la disponibilidad para los pacientes que lo requieran.

• Impacto económico
Uno de los aspectos más importantes y fundamentales del enfoque de esta investigación es evaluar el impacto en la reducción de costos del consumo de gas LP para calentar el agua de las tinas de hidroterapia al evaluar la factibilidad de instalación de celdas solares fotovoltaicos con sus respectivas partes (celdas, baterías e inversor).

• Impacto ambiental
El empleo de celdas solares fotovoltaicos permitirá conservar un planeta más limpio y sin el consumo de combustibles fósiles que alteren y dañen el planeta, combatiendo el cambio climático y la disminución del dióxido de carbono.

Materiales y métodos

Caracterización del área

La Institución cuenta con una superficie de 3,519.12 m2 (ver Figura 2) lo que no se tienen limitaciones por cuestión de espacio.

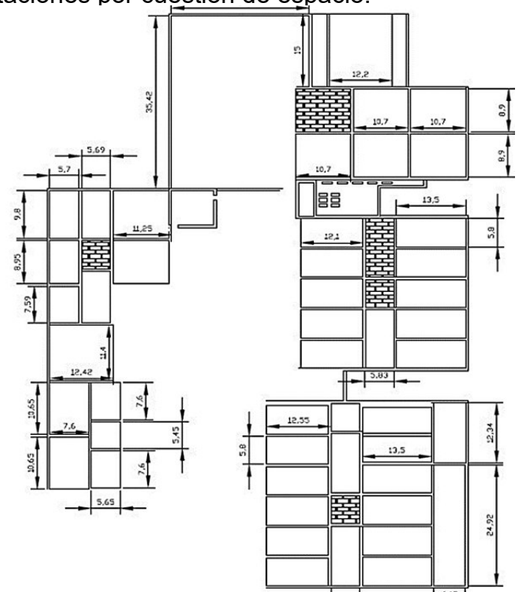


Figura 2. Plano de la loza del CREE.
Fuente: CREE, 2019.

En la Figura 3 se observa el área propuesta para ser ocupada por las celdas fotovoltaicas.

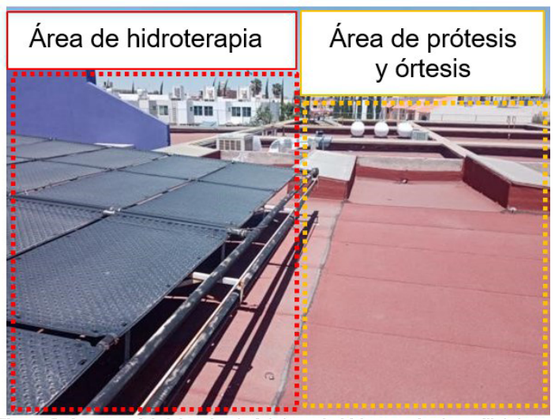


Figura 3. Area parcial del techo (rojo) área de hidroterapia; (amarillo) área de prótesis y órtesis.
Fuente: CREE, 2019.

Durante la investigación se analizaron los datos

proporcionados por el personal que labora en el CREE del año 2019. Durante 2020 y 2021 no se tienen datos debido a que se suspendieron las terapias en el CREE por causa de la pandemia causada COVID-19 (OMS, 2020).

En la Tabla 1 se muestra la información sobre el costo de los litros consumidos por mes y el número de pacientes que asistieron a hidroterapia en 2019.

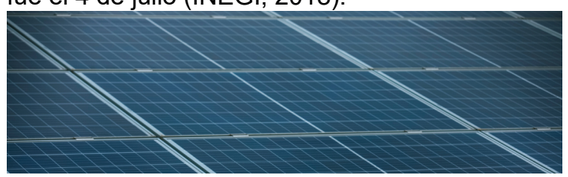
Mes	Pacientes 2019	Costo por mes 2019 ($/MXN)
Enero	144	4,908
Febrero	188	16,237
Marzo	243	39,860
Abril	312	20,924
Mayo	373	16,102
Junio	309	15,720
Julio	331	17,225
Agosto	190	13,406
Septiembre	376	15,355
Octubre	439	32,901
Noviembre	187	22,244
Diciembre	141	31,496
Total	**3,233**	**246,378**

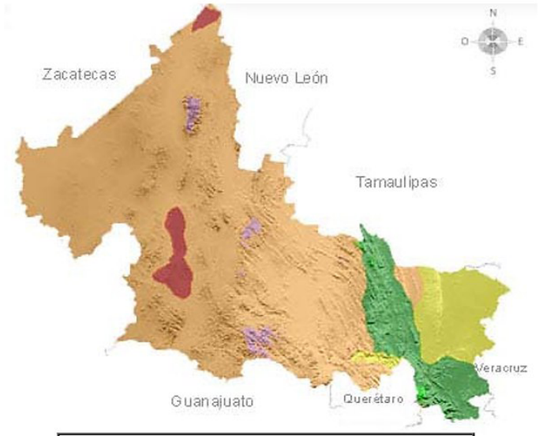
Tabla 1. Costos de gas LP y pacientes atendidos en el año 2019.

Caracterización de la ciudad de San Luis Potosí

• Luz Solar

La duración del día en San Luis Potosí varía durante el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre. La salida del sol más temprana es el 2 de abril, y la salida del sol más tardía es el 29 de octubre. La puesta del sol más temprana es el 27 de noviembre, y la puesta del sol más tardía fue el 4 de julio (INEGI, 2018).





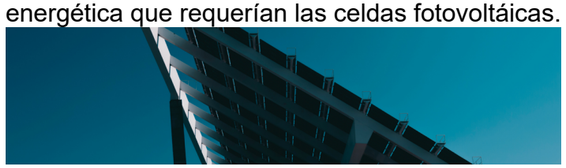
Fuente: INEGI, 2018.Elaboración propia.

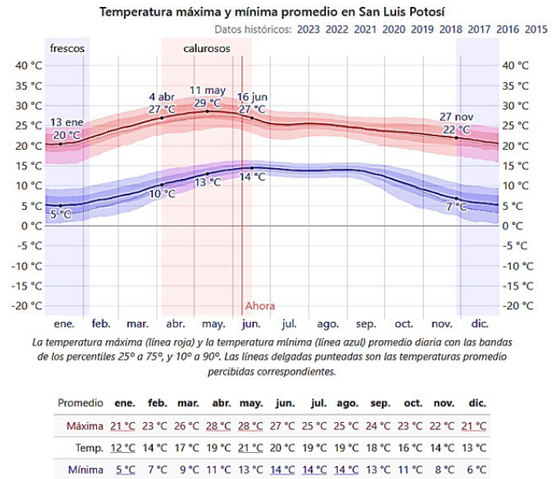
• Energía Solar

Se refiere a la energía solar de onda corta que incide diariamente hacia la superficie de la tierra en una amplia área, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta (Arancibia Bulnes & Best y Brown, 2010).

El mes más oscuro del año en San Luis Potosí es diciembre, con un promedio de 4.5 kWh (El tiempo en San Luis Potosí en la primavera, temperatura promedio (México) - Weather Spark, 2023).

En la Tabla 2 se muestra la gráfica sobre la temperatura máxima y mínima promedio en San Luis Potosí del 2015 al 2023 sobre la que se tomó un parámetro para el cálculo de la eficiencia energética que requerían las celdas fotovoltáicas.





Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	21 °C	23 °C	26 °C	28 °C	28 °C	27 °C	25 °C	25 °C	24 °C	23 °C	22 °C	21 °C
Temp.	12 °C	14 °C	17 °C	19 °C	21 °C	20 °C	19 °C	19 °C	18 °C	16 °C	14 °C	13 °C
Mínima	5 °C	7 °C	9 °C	11 °C	13 °C	14 °C	14 °C	14 °C	13 °C	11 °C	8 °C	6 °C

Tabla 2. Temperatura máxima y mínima promedio en San Luis Potosí.

En la Tabla 3 se muestran los datos históricos desde el 2015 del clima promedio en San Luis Potosí, cuyos datos son determinantes para la configuración de las celdas fotovoltaicas.

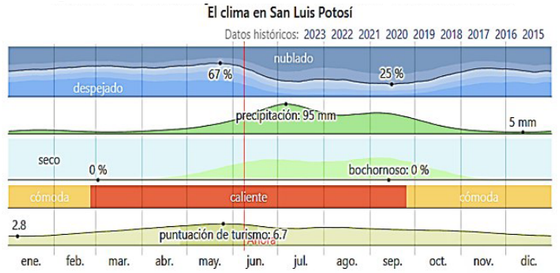
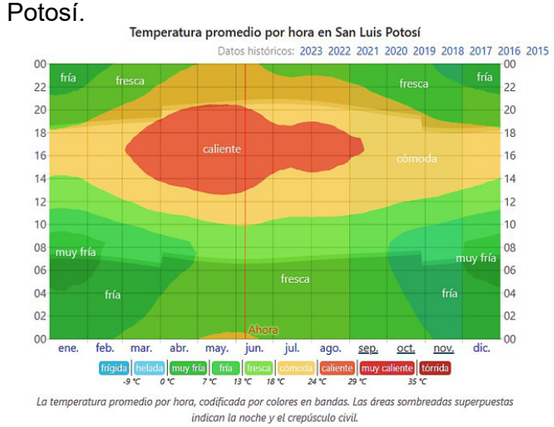


Tabla 3. Clima promedio en San Luis Potosí.

La Tabla 4 muestra los datos históricos desde el 2015 de la temperatura promedio en San Luis Potosí.



Cotización para implementar celdas fotovoltaicas

Para comprender la factibilidad de la instalación de celdas fotovoltaicas, se consideraron los datos técnicos mostrados en la Tabla 5, en el que se obtuvo una cotización de $ 6,153,942.93 con cada uno de los elementos por utilizar (ver Tabla 5).

Descripción	Cantidad	Precio ($/MXN)	Total ($/MXN)
Panel Solar JA 545 W mono PERC Half-Cell	550	6,726.70	3,699,982.53
Inversor Solis 100 K Trifásico 480 V	3	121,747.02	365,241.05
Estructura de aluminio para 550 paneles	1	624,221.45	624,221.45
Costo UVIE inspección de instalación eléctrica	1	70,934.26	70,934.26
Costo UIE inspección de instalación eléctrica	1	70,934.26	70,934.26
Medidor Bidireccional Media Tensión (Modelo VL)	1	36,885.41	36,885.41
Gestoría CFE	1	-	-
Subtotal ($/MXN)	-	-	4,868,198.96
Instalación Básica ($/MXN)	-	-	1,285,743.94
Total Neto ($/MXN)			6,153,942.90

Tabla 5. Cotización de los paneles solares más complementos

Resultados

En la Figura 3 se muestra el análisis de costo-beneficio, notando que la inversión de las celdas fotovoltaicas se recuperará en su totalidad a partir del año 29.

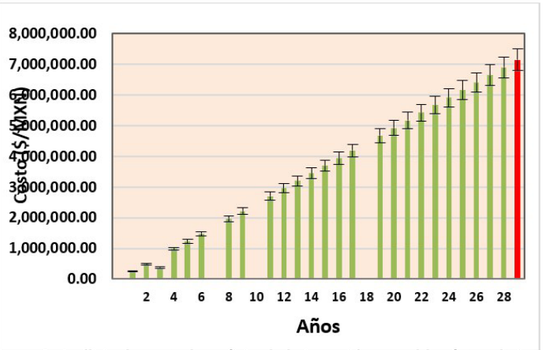


Figura 3. Análisis de costo-beneficio de la inversión en celdas fotovoltaicas y el costo de gas LP.
Elaboración propia.

En la Figura 4 se muestra el comparativo de los costos generados por la inversión de celdas fotovoltaicas vs el costo de gas LP.

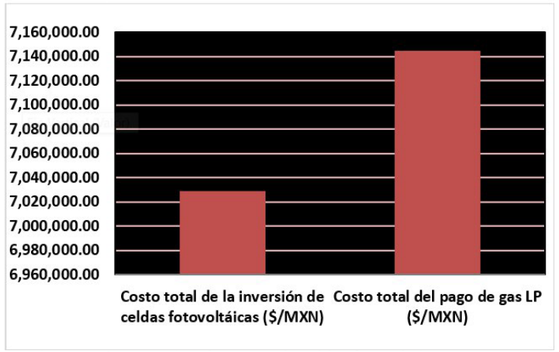


Figura 4. Comparativo de costos de celdas fotovoltaicas vs gas LP
Elaboración propia.

Conclusiones

Una vez implementadas las celdas fotovoltaicas, será notable la disminución de los costos ya que no se tendrá que gastar en gas LP desde los primeros meses de su instalación, asimismo, se podrá brindar atención a una mayor cantidad de pacientes en el área de hidroterapia del CREE, pues actualmente es una limitante el que no se pueda mantener dentro de la temperatura óptima las tinas por más tiempo.

Agradecimientos

Le agradecemos a nuestra presidenta Honoraria de DIF Estatal: Lic. Ruth González Silva.

Asimismo, a la directora general del DIF Estatal: C. Virginia Zuñiga Maldonado.

También le damos las gracias a la Coordinadora Operativa del Centro de Rehabilitación y Educación Especial (CREE): Dra. Alma Rocío Hernández Ortíz.

Le agradecemos a la Lic. Laura Luz García Lumbreras, Directora General del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital, las facilidades para poder desarrollar este proyecto en las instalaciones del CREE, el cual tendrá un impacto social que permitirá brindar un mejor servicio a la comunidad.

Referencias

Álvarez López, R. A., & García Angarita, M. A. (2014). Parámetros comparativos de células fotoeléctricas para generación de energía: Implementación de banco de pruebas usando DSP. Ingeniería Energética, 35(3), 193-201. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59012014000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Arancibia Bulnes, C., & Best y Brown, R. (2010). Energía del Sol. Ciencia, 10-17.

Cabezas-Maslanczuk, M. D., Franco-Brazes, J. I., Fasoli-Tolosa, H. J., Cabezas-Maslanczuk, M. D., Franco-Brazes, J. I., & Fasoli-Tolosa, H. J. (2018). Diseño y evaluación de un panel solar fotovoltaico y térmico para poblaciones dispersas en regiones de gran amplitud térmica. Ingeniería, investigación y tecnología, 19(2), 209-221. https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n2.018

El tiempo en San Luis Potosí en la primavera, temperatura promedio (México)—Weather Spark. (2023). https://es.weatherspark.com/s/5131/0/Tiempo-promedio-en-la-primavera-en-San-Luis-Potos%C3%AD-M%C3%A9xico

Ibarra Cornejo, J. L., Quidequeo Reffers, D. G., Eugenin Vergara, D. A., Beltrán Maldonado, E. A., Ricci Muñoz, S. R., & Fernández Lara, M. J. (2015). Efectividad de la hidroterapia para disminuir el dolor y mejorar la calidad de vida y función física en adultos con osteoartritis de rodilla: Revisión sistemática. Revista de la Sociedad Española del Dolor, 22(4), 168-174. https://doi.org/10.4321/S1134-80462015000400005

INEGI. (2018). Clima por Entidad. https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/territorio/clima.aspx?tema=me&e=24#:~:text=El%20clima%20que%20predomina%20es,por%20clima%20c%C3%A1lido%20h%C3%BAmedo%2C%20el

OMS. (2020). COVID-19: Cronología de la actuación de la OMS. https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19

Rodríguez-Fuentes, G., & Santos, R. (2002). Bases físicas de la hidroterapia. Fisioterapia, 24, 14-21. https://doi.org/10.1016/S0211-5638(01)73023-4

Salazar-Peralta, A., Pichardo-S., A., & Pichardo-S., U. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. Revista de Investigación y Desarrollo, 2(5), 11-20.

Sánchez, J. R. R., Rivera, R. C., & Vera, J. V. A. (2021). La sostenibilidad energética con paneles solares y su relación económico-social en la incertidumbre para el desarrollo regional de México. Revista Inquietud Empresarial, 21(2), Article 2. https://doi.org/10.19053/01211048.12182

Torres-Pacheco, S., Jurado-Pérez, F., Granados-Lieberman, D., & Lozano-Luna, A. (2018). Eficiencia en paneles solares. Revista del Diseño Innovativo, 2(2), 9-21.



SÉ INGENIER@
SÉ TEC
SÉ SUPERIOR

INSTITUTO TECNOLÓGICO®
SUPERIOR
DE SAN LUIS POTOSÍ, CAPITAL

Sé lo que quieras ser
Sé SUPERIOR.



WWW.TECSUPERIORSLP.EDU.MX.

Carretera 57 México - Piedras Negras Km. 189+100 Tramo Querétaro - San Luis Potosí No. 6501
Delegación Municipal de Villa de Pozos, San Luis Potosí, S.L.P. Teléfono: (444) 804.12.47 Conmutador: (444) 804.12.20