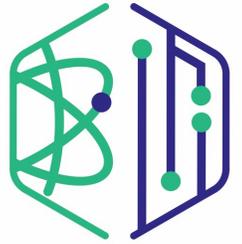


ScientiaTecnológica

Investigación multidisciplinaria de Ingenierías

REVISTA



ÁREAS DE CONOCIMIENTO

- 1 Sustentabilidad y Medio Ambiente
- 2 Biotecnología y Alimentos
- 3 Gestión e Innovación Empresarial

- 4 Procesos Industriales
- 5 Visión Computacional y Animación
- 6 Computación y Electrónica



Unidad Académica
PUERTO VALLARTA

Vol. 1 No. 2
Julio-
Diciembre
2024



Revista Scientia Tecnológica - Investigación multidisciplinaria en Ingenierías

Volumen 1 - Número 2. Julio Diciembre 2024.

Publicación del Tecnológico Superior de Jalisco - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez

Editor General

Mtro. Elliot Jonathan Aguilar Contreras

D.R. Scientia Tecnológica

Hecho En México / Printed In México

La Identificación de esta revista con el nombre de Scientia Tecnológica tiene como objetivos el acercar el conocimiento a la sociedad tecnológica de Jalisco y a la sociedad en general.

SCIENTIA TECNOLÓGICA, es una publicación semestral editada por el Tecnológico Superior De Jalisco – Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel Y Henríquez. Domicilio: Camino Arenero 1101, Col. El Bajío C.P. 45017, Zapopan, Jalisco, México. Tel: 33-3884-9470. scientia.tecnologica@tecmm.edu.mx.

Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-072912262400-102, E-ISSN: **en trámite**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Todos los artículos publicados son sometidos a arbitraje por especialistas en el tema mediante el sistema de “pares ciegos”. El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 México

COMITÉ EDITORIAL

Mtra. Iliana Janett Hernández Partida
Directora General

Mtro. Elliot Jonathan Aguilar Contreras
Director de Área Académica, Investigación e Innovación

Dr. Luis Andrés Mejía González
Coordinador de Docencia e Investigación

Mtra. Erica Elizabeth Narváez Vargas
Jefa de Departamento de Investigación y Posgrado

DIRECTOR EDITORIAL

Mtro. Elliot Jonathan Aguilar Contreras

EDITOR TÉCNICO

Dr. Edgardo Martínez Orozco
Mtra. Gisela Ramírez Pimentel
Dr. Luis Escobar Hernández
Dr. Edgar Samid Limón Villegas

COMITÉS INDIVIDUALES

Biotecnología y Alimentos

Cristian Aarón Dávalos Saucedo
Edgardo Martínez Orozco

Computación y Electrónica

Francisco Javier Luis Juan Barragán
Gisela Ramírez Pimentel

Gestión e Innovación Empresarial

Irma Adriana Cantú Munguía
Fabiola Guadalupe Arriaga López

Investigación Educativa

Verónica Judith Gómez Barbosa
José de Jesús Ramírez Sánchez

Procesos Industriales

Jonás Michel Horta
Celerino de Jesús Mendoza Azuara

Sustentabilidad y Medio Ambiente

Laura Izascum Pérez Valencia
Giovanna Rossi Márquez

COMITÉ CIENTÍFICO

Abraham Guerrero Corona
Adolfo Vázquez Ruiz
Alberto Merced Castro Valencia
Alberto Reyes González
Albino Garay De La O
Andrés Enrique Reyes González
Angélica Gutiérrez Limón
Angelica Lucia Vázquez Hernández
Angelina Elena Velarde Diaz
Arturo Xocoyotzin Ibarra Castillón
Beatriz Adriana Esparza Ramírez
Carlos Adolfo Hinojosa Gómez
Carlos Ramírez Ángeles
Carmen Leticia Salcedo Quevedo
Celina Beltrán Hernández
César Salvador Magaña Martínez
Claudia Estela González López
Edgar Chávez Medina
Edgar Israel Méndez Pelayo
Edgar Samid Limón Villegas
Evangelina González Mora
Fausto Evaristo Leytte Favila
Gabino González Carrillo
Hugo Enrique Noriega Pérez
José de Jesús Iniestra González
Javier Ireta Moreno
Javier Zárate Ruiz
Jorge Alberto Cárdenas Magaña
Jorge Robles Grajeda
José Antonio Aguilera Cuevas
José de Jesús Llamas Medina

José Jorge Hernández Ochoa
José Luis Ceja Anaya
José Luis González Ortiz
Juan Pablo Mojica Sánchez
Julio César Chávez Novoa
Laura Gabriela Rodríguez Andalón
Leticia Velarde Peña
Lina Corona Rabelo
Luz Cecilia López Ureta
Marco Vinicio Félix Lerma
Martha Leticia Colmenares Zepeda
Mauricio Rojo Roa
Manuel De Jesús Briones Reyes
Miguel Ángel Delgado López
Miguel Ángel Gallardo Lemus
Miriam Díaz Rodríguez
Myrna Tovar Vergara
Norberto Santiago Olivares
Oswaldo Baltazar Mora
Patricia Gudiño Guevara
Rocío Del Carmen Parra Torres
Rosa María Chávez Camarena
Salvador Barajas Aranda
Salvador Camacho Robles
Salvador Salazar Gómez
Samuel Íñiguez Gómez
Susana López Cuenca
Teth Azrael Cortes Aguilar
Víctor Manuel Langarica Rivera
Vidal Paz Robles

CONTENIDO / CONTENT

SECCIÓN 1 – BIOTECNOLOGIA Y ALIMENTOS /

SECTION 1 - BIOTECHNOLOGY AND FOODS

- 1 “Effect of Edible Coatings on the Reduction of Oil Uptake in Sweet “Churros”. G. Rossi Márquez, C.A. Dávalos Saucedo, M.J. Briones Reyes, I. Zarguili. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Lagos de Moreno.
- 4 “Hidrólisis Enzimática de Maíz para la Obtención de Whiskey”. N. Santiago Olivares, P. A. Lara Flores, E. Martínez Orozco, S. Iñiguez Gómez, M. López García. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas.

SECCIÓN 2 – COMPUTACIÓN Y ELECTRÓNICA /

SECTION 2 - COMPUTER AND ELECTRONICS

- 8 “Sistema Experto para la Recomendación de Personal Docentes y su Participación en Proyectos de Base Tecnológica”. L. Ramos Corchado, M. Díaz Rodríguez, A. Aguilar Cornejo. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapopan.
- 12 “Diseño de Estrategia Digital para la Enseñanza de la Programación en Ingeniería en la Educación Superior”. E. C. Rodríguez López, J. B. Villalvazo Rivera, M. V. Félix Lerma. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Mascota.
- 15 “Diseño del prototipo de una Aplicación Móvil que facilite la inclusión social de las personas con discapacidad”. G. Ramírez Pimentel, B. Y. Ortega Flores, O. R. Rojo Roa, V. Paz Robles, M. T. Álvarez Carranza. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo.

SECCIÓN 3 – GESTIÓN E INNOVACIÓN EMPRESARIAL /

SECTION 3 - ENTERPRISE MANAGEMENT AND INNOVATION

- 20 “Determinar un Modelo de Gestión y Transferencia de Conocimiento para que la Empresa BECCAR sea más Competitiva”. M. R. Pérez Nuño, A. B. Arias Arias, S. A. Olivares Bautista. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo.
- 24 “Estudio de Campo El Grullo para la Implementación de una plataforma digital del Internet de los comportamientos (IoB) en el sector gastronómico”. V. Paz Robles, G. Ramírez Pimentel, O. R. Rojo Roa, F. D. Pulido Valle, C. J. González Pérez. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica El Grullo.

SECCIÓN 4 – PROCESOS INDUSTRIALES /

SECTION 4 - INDUSTRIAL PROCESSES

- 27 “Prototipo de Máquina CNC con Tecnología de Corte con Hilo de Nicromo para Cortar Poliestireno, Foam y Otros Termoplásticos”. E. Chávez Medina, A. B. Arias Arias, M. R. Pérez Nuño. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo.
- 31 “El impacto del TPM en la empresa Fabricación y Mantenimiento Kiko Pérez en Capilla de Guadalupe, Jalisco”. A. X. Ibarra Castellón, H. Pérez Martín, C. Beltrán Hernández. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Arandas.
- 35 “Aumento de la Eficiencia de los Paneles Solares Fotovoltaicos”. S. Salazar Gómez, S. Barajas Aranda, V. Franco Becerra. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo.

SECCIÓN 5 – SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE /

SECTION 5 - ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

- 39 “Diagnóstico y plan de manejo de residuos plásticos agrícolas provenientes de las actividades productivas en el municipio de Mascota, Jalisco”. M. V. Félix Lerma, E. Dolores Salcedo, R. Salgado Delgado. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Mascota.
- 43 “Evaluación de compuestos orgánicos como alternativas de producción agrícola sostenible al uso del glifosato en el cultivo de plátano (Musa balbisiana Colla)”. F. Ramírez Ramírez, M. Razo García, O. Amador Camacho, M. Ramírez Ramírez, J. Peralta Nava, M. Rodríguez Palomera, R. González Rodríguez. Tecnológico Nacional de México Campus Tlajomulco.

SECCIÓN 6 – VISIÓN COMPUTACIONAL Y ANIMACIÓN /

SECTION 6 - COMPUTER VISION AND ANIMATION

- 47 “Microscopía de las Propiedades Ópticas de Películas Multilaminadas a Base de PET y Películas Biodegradables”. P. Gudiño Guevara, V. Álvarez Torres. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Lagos de Moreno.

Effect of Edible Coatings on the Reduction of Oil Uptake in Sweet “Churros”

G. Rossi Márquez^{#1}, C.A. Dávalos Saucedo^{#2}, M.J. Briones Reyes^{#3}, I. Zarguili^{*4}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Investigación, Unidad Académica Lagos de Moreno, Jalisco, México.

^{*}Laboratoire Procédés, Matériaux et Environnement (LPME), Faculty of Sciences and Technologies of Fès, University of Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco.

¹giovanna.rossi@lagos.tecmm.edu.mx, ²cristian.davalos@lagos.tecmm.edu.mx,

³manuel.briones@lagos.tecmm.edu.mx, ⁴ikbal.zarguili@usmba.ac.ma

Abstract-- Fried products are consumed worldwide but have the disadvantage of high oil content. Edible coatings are an alternative to solve this problem. This project prepared a protein/carbohydrate solution using whey protein isolate and pectin from *Citrus* at a 4:1 relation (protein/carbohydrate). The edible coating was applied on the sweet “churros” before frying and let drain for 10 min. After the frying process, the water loss and fat uptake were measured according to the AOAC standard methods (950.46 and 960.39, respectively). Results have shown that the coating decreases water loss during frying, creates a barrier that protects the food, and significantly reduces the fat uptake by the product. These results demonstrated the feasibility of using natural components to reduce the oil content in fried food, thus, obtaining a healthier product.

Keywords: edible coating, fried food, whey protein.

I. INTRODUCTION

Sweet “churros” is a typical street food in Mexico prepared using a soft dough that must be fried and covered with sugar before consumption. It is widely consumed but has the problem of having a high-fat content that can conduce health problems such as high blood cholesterol, high blood pressure and heart diseases [1] [2], and the frying process can produce some toxic compounds associated with different conditions such as cancer, Alzheimer, Parkinson [3].

The deep frying process conduces to a fat uptake by the product due to a complex phenomenon that involves mass transfers, where the water and soluble materials inside the food escape from the core to the surface, leaving pores that the oil can penetrate the food [4] [5] [6]. A valid alternative to reduce this effect is the application of edible coatings [4] [7] that can be produced using natural components such as proteins [8] [9], carbohydrates [10] [11], lipids or a mix of them [4] [9] [12].

Edible coatings are applied on the food surface and can act as a barrier that avoids water loss and oil uptake during frying [4] [13]. In this project, a protein coating was applied on the “sweet” churros before frying to reduce water loss and fat uptake.

II. MATERIALS & METHODS

A. Preparation of Coating Solutions (CS)

Whey protein isolate (WPI) was used as a protein component. The coating solution was prepared by dissolving 15 g of WPI and 21 ml of sorbitol (as plasticizer) into 250 ml of distilled water. Afterwards, the solution was heated at 80°C for 25 min, then let cool at room temperature and keep at 5°C until use.

B. “Sweet” Churro preparation and coating process

The dough was prepared by mixing 500 g of churro flour and 520 ml of water and pour into a pastry bag. Churro dough was cut into 1 cm cubes and then immersed for 60 sec in distilled water (control) or CS. Samples were put to drain on a rack for 5 min before frying.

C. Frying process

Canola seed oil (Vita, Mexico) was poured into a temperature-controlled deep-fryer apparatus (RCA RC-DF303, USA). Oil was preheated at 200°C before frying and replaced with fresh oil before each replicate. Samples were fried for 5 min (golden brown surface coloration) and then were let to drain on paper towels for 5 min to remove the excess oil from the surface. Samples were fried in random order.

D. Water content

Water content was determined after samples were cooling, as described by Rossi-Márquez et al. [4], drying the samples down to a constant weight in a convection oven at 105 °C (AOAC 1990a). Water content (in percentage) was calculated as follows:

$$wc (\%) = \frac{wet\ weight - dry\ weight}{wet\ weight} \times 100 \quad (1)$$

The reported results are the mean of three determinations.

E. Oil content determination

Fried churro samples were ground, and the oil content was determined using the Soxhlet extraction method with hexane as solvent (AOAC 1990b) as described by Rossi-Márquez et

al. [4]. Analysis was performed using the following calculations:

$$Comp = \frac{(Comp\ loss_c) - (Comp\ loss_{nc})}{Comp\ loss_{nc}} \quad (2)$$

$$Oil\ uptake\ reduction = \frac{(oc_f * m_f - oc * m)}{m_d} \quad (3)$$

$$Barrier\ index = \frac{oil\ uptake\ reduction}{Decrease\ of\ water\ loss} \quad (4)$$

Where *nc*, *c*, *f* and *d* subindex means non-coated, coated, fried and dry correspondingly, *Comp* means component which can be either water or oil, *oc* refers to oil content, and *m* means mass. To obtain the increment or reduction of specific components (water or oil), it is adequate to use Eq. 2, then the resulting sign - or + indicates a reduction or increment, respectively.

Oil uptake in the volume base was calculated by considering the specific density value of the canola seed oil

used (0.913 g/cm³). Three replicates per sample were analyzed.

F. Statistical analysis

All the experiments were carried out three times, and the results were analyzed using the JMP version 8.0 software (SAS Institute, Cary, NC, USA). Statistical differences were obtained using the Tukey–Kramer test.

III. RESULTS & DISCUSSION

A. Water content

Applying the edible coating (CS) reduces the water loss during the frying process compared with the uncoated sample (table 1). This effect can be attributed to the presence of the protein coating that creates a barrier on the surface of the churro, avoiding water evaporation and reducing the possibility of creating pores inside the food.

TABLE I.
PROPERTIES OF FRIED SWEET CHURROS

Sample	Water loss reduction due to coating (g)	Water loss during frying (%)	Water increase due to coating (g)	Oil reduction due to coating (g)	Oil Uptake (g)	Oil uptake reduction (g)
Control	0.105 ± 0.001	48.96 ± 2.14	0.0953 ± 0.003	0.123 ± 0.012	0.359 ± 0.032	0.152 ± 0.003
Coated (CS)	0.0727 ± 0.009	44.95 ± 3.06	0.0785 ± 0.006	0.257 ± 0.015	0.28 ± 0.006	0.218 ± 0.005

These results agree with Rossi-Márquez et al. [4] and Nivedita et al. [14], who applied edible coatings to fried products, reducing water loss.

A. Oil Uptake

Once the churro was fried, the oil content was measured using hexane as solvent. As shown in Figure 1, the presence of the protein coating (CS) reduced 22 % of the amount of oil compared with the uncoated samples (US).

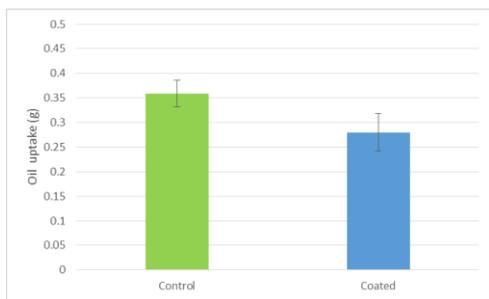


Fig. 1. Oil content after frying.

The barrier index was calculated to compare the effect of the coating against the oil uptake; the higher is the index, the better is the performance of the coating. Figure 2 demonstrates the ability of the protein coating to create a barrier on the churro surface that reduces the water loss preventing the oil entry to the food core. According to the literature [4] [15], to evaluate the effect of edible coatings on the oil uptake, it is recommended to apply water as a coating for the control sample. This process allows to match the amount of water applied with the protein coating to normalize the amount of water present in the churro. Moreover, analysis was made on the churro without any coating (water or protein) to make an adequate comparison between the samples and to solve the formulas used (data not shown). The effect of the water coating is reflected on the barrier index, where the reduction of oil uptake and the decrease of water loss were obtained from the analysis of a sample without any coating and the coated samples (water or protein coating). Hence, the barrier index was calculated for both samples, control and coated (CS).

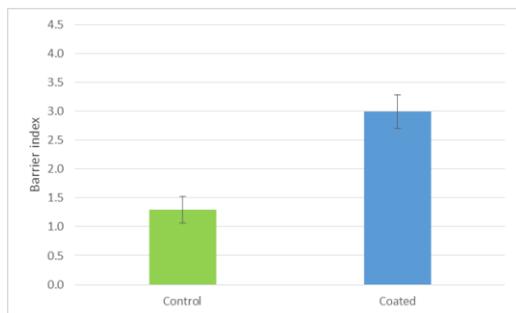


Fig. 2. Barrier index in coated sweet churros.

Preliminary sensory test using untrained judges showed that the presence of the coating did not affect the sensorial appreciation of the churros, indicating that the frying time was not affected by the protein coating.

IV. CONCLUSION

Edible coatings are an alternative to reduce the oil uptake in fried foods. Our results demonstrate that the presence of the protein coating creates a barrier on the food surface, reducing the water loss during frying and avoiding oil entry into the food core. Due to this effect, it is possible to produce a healthier product using natural ingredients such as proteins and carbohydrates, among others. More studies need to be done to test different coating times and using different coating ingredients. Also, a sensory test needs to be done, and it is recommended to evaluate the quantity of calories in the churro with or without the coating.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful for the facilities granted by the Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez campus Lagos de Moreno to develop this project and to the Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) for the support and facilities in the development of this project. We thank our colleague from the Laboratoire Procédés, Matériaux et Environnement (LPME), Faculty of Sciences and Technologies of Fès, University of Sidi Mohamed Ben Abdellah who provided insight and expertise that greatly assisted the research.

REFERENCES

- [1] S. Albert and G. Mittal, "Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product", *Food Research International*, vol. 35(5), pp. 445-458, 2002.
- [2] H. Hosseini, M. Ghorbani, N. Meshginfar and A. Mahoonak, "A review on frying: procedure, fat, deterioration progress and health hazards", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 93(4), pp. 445-466, 2016.
- [3] M. Guillén and E. Goicoechea, "Toxic oxygenated α , β -unsaturated aldehydes and their study in foods: A review",

Critical reviews in food science and nutrition, vol. 48(2), pp. 119-136, 2008.

- [4] G. Rossi Marquez, P. Di Pierro, M. Esposito, L. Mariniello and R. Porta, "Application of transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin films as water barrier coatings in fried and baked foods", *Food and Bioprocess Technology*, vol. 7(2), pp. 447-455, 2014.
- [5] M. Kurek, M. Ščetar and K. Galić, "Edible coatings minimize fat uptake in deep fat fried products: A review", *Food Hydrocolloids*, vol. 71, pp. 225-235, 2017.
- [6] S. Asokapandian, G. Swamy and H. Hajjul, "Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 60(20), pp. 3400-3413, 2020.
- [7] A. Daraei Garmakhany, H. Mirzaei, Y. Maghsudlo, M. Kashaninejad and S. Jafari, "Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings", *Journal of Food Science and Technology*, vol. 51(7), pp. 1334-1341, 2014.
- [8] D. Ananey-Obiri, L. Matthews, M. Azahrani, S. Ibrahim and C. T. R. Galanakis, "Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins", *Trends in Food Science & Technology*, vol. 80, pp. 167-174, 2018.
- [9] D. Freitas, S. Berbari, P. Prati, F. Fakhouri, F. Queiroz and E. Vicente, "Reducing fat uptake in cassava product during deep-fat frying", *Journal of Food Engineering*, vol. 94(3-4), pp. 390-394, 2009.
- [10] K. Adrah, D. Ananey-Obiri and R. Tahergorabi, "Sweet potato starch and a protein-based edible coating minimize the fat-uptake in deep-fat fried chicken", *CyTA-Journal of Food*, vol. 19(1), pp. 440-447, 2021.
- [11] S. Beikzadeh, A. Khezerlou, S. Jafari, Z. Pilevar and A. Mortazavian, "Seed mucilages as the functional ingredients for biodegradable films and edible coatings in the food industry", *Advances in colloid and interface science*, vol. 280, pp. 102164, 2020.
- [12] M. Angor, "Reducing fat content of fried potato pelletchips using carboxymethyl cellulose and soy protein isolate solutions as coating films", *Journal of Agricultural Science*, vol. 8, pp. 162-168, 2016.
- [13] D. Xie, D. Guo, Z. Guo, X. Hu and S. L. C. Luo, "Reduction of oil uptake of fried food by coatings: A review", *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 57(6), pp. 3268-3277, 2022.
- [14] V. Nivedita, G. Srisowmeya, M. Chakravarthy, U. Antony and G. Nandhini Devi, "Effects of Microbial Polysaccharides on the Oil Absorption and Quality Characteristics of a Deep-Fried Snack Namkeen", *European Journal of Lipid Science and Technology*, pp. 2000404, 2022.
- [15] M. Ali, A. Parmar, G. Niedbała, T. Wojciechowski, A. Abou El-Yazied, H. El-Gawad and M. El-Mogy, "Improved shelf-life and consumer acceptance of fresh-cut and fried potato strips by an edible coating of garden cress seed mucilage", *Foods*, vol. 10(7), pp. 1-13, 2021.

Hidrólisis enzimática de maíz para la obtención de Whiskey

N. Santiago Olivares^{#1}, P. A. Lara Flores^{#2}, E. Martínez Orozco^{#3}, S. Iñiguez Gómez^{#4},
M. López García^{#5}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez,
Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Unidad Académica Arandas, Jalisco, México

¹norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx, ²amyylara20@gmail.com,

³edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx, ⁴samuel.iniguez@arandas.tecmm.edu.mx,

⁵mayra.lopez@arandas.tecmm.edu.mx

Resumen— El whiskey es una bebida alcohólica destilada que se elabora de cereales malteados o no malteados. Generalmente su elaboración incluye el uso de malta de cebada y maíz. El maíz se debe someter a un proceso de hidrólisis enzimática con la finalidad de obtener un mosto fermentable que después será utilizado por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para la producción de etanol. El objetivo de esta investigación fue evaluar a nivel laboratorio la etapa de maceración y fermentación con el fin de obtener un whiskey elaborado únicamente de maíz. Se encontró que el porcentaje de agua, la temperatura y el tiempo afectan significativamente en el proceso de gelatinización, por lo que de esa manera se determinó que la mejor relación es de 1 Kg de maíz pulverizado con 4.5 de agua (P/V) a una temperatura de 95 °C y un tiempo de 30 min. Las fermentaciones presentaron un contenido de alcohol muy bajo debido a que la enzima Endo α -amilasa termoestable no hidrolizó adecuadamente por lo que en el proceso de destilación se obtuvieron 375 ml de destilado a 6% Alc.Vol. Además de que en la evaluación sensorial se percató un olor a maíz cocido y un sabor dulce.

Palabras clave— Hidrólisis enzimática, Whiskey, Maceración, Fermentación, *Saccharomyces cerevisiae*.

I. INTRODUCCIÓN

México actualmente se ha convertido en el quinto consumidor de whiskey [1] a pesar de ser un país conocido mundialmente por ser el principal productor de bebidas alcohólicas como: cerveza, tequila y mezcal. Por lo que se ve obligado a importar esta bebida de otros países dado que es muy escasa la fabricación de whiskey [2].

Con la finalidad de que la producción de maíz se eleve se ha orientado la investigación a la obtención de un whiskey únicamente de maíz. Sin embargo, debido a que esta semilla no germinada contiene enzimas en estado latente es necesario evaluar el método de hidrólisis enzimática que garantice la conversión del almidón a azúcar.

El proceso de hidrólisis enzimática consiste en romper las moléculas de almidón hasta obtener glucosa utilizando enzimas sintéticas. La glucosa obtenida es el sustrato en la etapa posterior de fermentación. Una vez obtenidos los azúcares a partir del almidón, estos se convierten a etanol por medio de una fermentación anaerobia, utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* [3]. Para que el proceso de fermentación alcohólica sea lo más eficiente posible, es

necesario controlar una serie de aspectos tales como: efecto del oxígeno, nutrientes, temperatura, pH, concentración de la glucosa y efecto del etanol hacia las enzimas [4].

El objetivo de esta investigación fue determinar las condiciones óptimas a nivel laboratorio en cuanto a la relación maíz, agua, temperatura y tiempo de cocción para llevar a cabo la etapa de maceración, utilizando una enzima sintética y maíz crudo.

Además, con el fin de explorar el proceso de producción de whiskey, se fermentó y destiló el mosto obtenido de la maceración.

II. PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE WHISKEY

A. Proceso de Maceración

El macerado es la extracción de sólidos a líquido en donde se busca hidrolizar el almidón del grano para obtener azúcares fermentables. Esta operación incluye tres pasos, (1) Molienda para exponer el almidón. (2) Calentamiento o Cocción para gelatinizar el almidón, y (3) Hidrólisis para convertir el almidón gelatinizado a azúcares en un proceso enzimático de dos pasos [5].

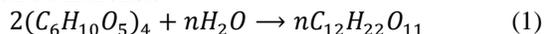
1) *Molienda*: El propósito de la molienda es la de exponer el almidón al romper la estructura del endospermo para facilitar la penetración de agua en la cocción. Una inadecuada molienda puede causar una reducción en el rendimiento debido a la falta de disponibilidad del almidón.

2) *Cocción*: Los granos pulverizados son mezclados con agua y se aplica calor para permitir que el almidón absorba agua y se hinche, favoreciendo la destrucción de la estructura y la liberación del almidón en un ambiente acuoso mejor conocido como gelatinización.

3) *Hidrólisis del almidón*: En la hidrólisis enzimática del maíz es necesaria la acción de enzimas, éstas pueden ser obtenidas de los granos de cereales malteados, o bien, las hay sintéticas comerciales como la alfa y beta amilasa, para la producción de azúcares fermentables. El primer paso enzimático en la conversión del almidón en azúcares se llama Licuefacción. En este paso la enzima alfa-amilasa hidroliza

los enlaces α -1,4 en amilosa y amilopectina creando oligosacáridos cortos llamados dextrinas. El segundo paso enzimático es conocido como Sacarificación y emplea las “enzimas sacarificadoras” para hidrolizar las dextrinas de cadena corta producida por la alfa-amilasa en los azúcares simples glucosa y maltosa.

Reacción de hidrólisis



B. Fermentación

Una vez que el almidón está transformado en glucosa, maltosa y dextrina, se introduce la levadura y se transforma en alcohol etílico o etanol y también en otros compuestos en cantidades menores pero que pueden jugar un papel importante en las características del producto final. Las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* son las que se especifican para la obtención de whiskey puesto que tienen una elevada capacidad fermentativa, produce etanol aún en presencia de exceso de oxígeno y puede crecer bajo condiciones anaeróbicas, teniendo requerimientos de nitrógeno bajos. El tiempo total de fermentación oscila entre 4 a 5 días [3].

C. Destilación

La destilación es un proceso físico donde los componentes son separados en virtud de sus diferentes puntos de ebullición. La separación por destilación ocurre cuando un conjunto de componentes en el alambique es llevado a ebullición. Los componentes con menor punto de ebullición vaporizan a temperaturas menores que los componentes con puntos de ebullición más altos. Luego, este vapor es colectado y enfriado hasta condensar nuevamente a un líquido. El líquido resultante, llamado destilado, contiene una concentración considerablemente más alta de componentes de punto de ebullición bajos que de componentes de punto de ebullición altos. El agua tiene un punto de ebullición de 100 °C y el etanol tiene un punto de ebullición de 78.4 °C a presión atmosférica [6].

D. Maduración

La maduración del whiskey se lleva a cabo en barricas de roble. El líquido dentro de la barrica se expande cuando la temperatura aumenta y se contrae cuando baja. Este movimiento lento y pulsátil causa que el líquido tome color, aroma y sabor de la madera. Además, el color, pH, sólidos totales, ácidos, ésteres y azúcares están muy relacionados con el tipo de barrica [6]. Cuanto más tiempo dure en la maduración, mayor será su calidad. Se puede llamar whisky a este líquido cuando lleva al menos tres años y un día madurando. La mayoría de whiskeys maduran de 12 a 21 años.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Maíz

Se utilizaron tres variedades de maíz: maíz blanco, amarillo y pozolero (cacahuacintle) [7], los cuales fueron adquiridos en el mercado local.

B. Enzima

Para realizar la hidrólisis del almidón se utilizó un tipo de enzima sintética, Endo α -amilasa, para la correcta licuefacción del almidón de maíz. Se recomienda un pH óptimo de 6.0 - 7.0 y la estabilidad de temperatura por encima de 90 °C.

C. Levadura

Para la fermentación alcohólica se utilizó una cepa de *Saccharomyces cerevisiae*, levadura comercial para panificación, que también funciona para producir enzimas capaces de provocar la fermentación alcohólica de los hidratos de carbono.

D. Molienda

El maíz es previamente sometido a limpieza, se pesa 1.20 kg de cada maíz y se pulveriza mediante un molino de tornillos sin fin obteniendo una harina.

E. Cocción

El objetivo de esta etapa fue determinar la cantidad de agua con respecto a la materia prima y el rango de temperatura y el tiempo para la gelatinización.

Se utilizaron diferentes cantidades de agua: 3, 4 y 4.5 litros de agua fría a 1 kg de maíz pulverizado, evitando la formación de grumos. Como se muestra en la Fig. 1.

Luego se calentó hasta alcanzar la temperatura de 95 °C (punto de ebullición), liberando el almidón en el ambiente acuoso y facilitar su hidrólisis. Se probaron diferentes tiempos en la cocción (10, 20, 30 y 60 min) hasta ya no observar cambios en el mosto.



Fig. 1. Adición y mezclado del agua al maíz para evitar la formación de grumos.

F. Hidrólisis del almidón de maíz

A la solución gelatinizada se le ajustó la temperatura y pH adecuados para que la enzima α -amilasa termoestable actuara (0.5 ml - 95 °C - pH 6.6) respectivamente. La Fig. 2 muestra cómo actúa la enzima al momento de su adición.



Fig. 2. Adición de la enzima endo α -amilasa termoestable.

G. Fermentación

Se redujo la temperatura del mosto a 35 °C la cual es ideal para inocular las levaduras. El mosto de cada maíz se introdujo en cubetas.

Después se adicionó 9.5 g de levadura sin recibir ningún tratamiento previo con respecto a los 4.75 litros de mosto. Así mismo, se adicionó ácido cítrico para bajar el pH a 4 y fosfato diamónico ya que es la forma de nitrógeno más directamente asimilable por las levaduras para activar la fermentación alcohólica. Se mezcló durante 10 min. El tiempo de fermentación fue de 5 días. La Fig. 3 muestra el maíz blanco y pozolero produciendo CO₂.



A)

B)

Fig. 3. Fermentación. A) Maíz blanco y B) Maíz pozolero produciendo CO₂ en su tercer día de fermentación.

H. Destilación

Una vez obtenido el mosto fermentado, se filtró y se obtuvieron 3 L de muestra. Luego se procedió a destilar en un equipo a pequeña escala. Se realizó una corrida de extracción donde se obtuvo un destilado de 9% Alc.Vol. los primeros 100 ml, se continuó con la destilación y se cortó a 5% Alc.Vol.

IV. RESULTADOS

Se observó que, con la adición de 3 l de agua por kg de maíz (para cualquiera de las variedades) en la hidrólisis, queda un atole demasiado espeso, con 4 l la consistencia es menos espesa y con 4.5 l queda adecuada para la gelatinización (ver TABLA I). Entonces se definió la relación de 1 kg de maíz pulverizado con 4.5 l de agua (P/V). En el caso de la temperatura, se estableció a 95 °C (punto de ebullición), puesto que la enzima sintética utilizada soporta más de 90 °C. En cuanto al tiempo, se definió por observación, puesto que, en la gelatinización, primero se espesa y una vez adicionada la enzima, se licúa (se hace más líquido) conforme transcurre el tiempo, pero después de 30 minutos, ya no se observó cambio alguno.

Las fermentaciones presentaron un contenido de alcohol muy bajo debido a que la enzima Endo α -amilasa termoestable no hidrolizó adecuadamente y en el proceso de destilación fue muy poco rendimiento de alcohol. Se obtuvieron 375 ml de destilado a 6% Alc.Vol medido con un densímetro digital.

El destilado presentó un olor a maíz cocido mezclado con otros olores y su sabor era dulce.

TABLA I
CARACTERÍSTICAS DEL MOSTO CON LA ADICIÓN DE AGUA

Litros de agua / kg de maíz	Características del mosto
3	Demasiado espeso, no se puede mezclar bien y se quema en la gelatinización
4	Espeso, aún no se puede mezclar bien en la gelatinización
4.5	Adecuado, se puede mezclar sin problema en la gelatinización

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demostró que es posible la obtención de whiskey elaborado únicamente de maíz con el empleo de enzimas sintéticas.

Tanto el porcentaje de agua, temperatura y tiempo de cocción favorecen el rompimiento del almidón en amilosa y amilopectina, por lo que son factores muy importantes en el proceso de hidrólisis enzimática.

Se recomienda realizar determinación de azúcares reductores totales y directos en el grano de maíz pulverizado y en el mosto hidrolizado con la finalidad de conocer cuál maíz tiene mayor rendimiento de azúcares para la obtención de etanol.

Para mejorar los niveles de concentración de etanol se recomienda utilizar las enzimas glucoamilasas en la etapa de sacarificación para hidrolizar las dextrinas de cadena corta producida por la alfa-amilasa.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] V. Saavedra Ponce (2018) México, entre los principales consumidores de Whisky. El Occidental, Guadalajara, Jalisco, México, 7 marzo 2018. [En línea] Disponible en: <https://www.eloccidental.com.mx/local/mexico-entre-los-principales-consumidores-de-whisky-1292810.html>
- [2] S. Cantera (2014) Whisky: un negocio embriagante en México. Grupo Expansión, México, 28 marzo 2014. [En línea] Disponible en: <https://expansion.mx/negocios/2014/03/28/importaciones-de-whisky-se-disparan>
- [3] C. Suárez Machín, N. A. Garrido Carralero y C. A. Guevara Rodríguez, "Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol", *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), pp. 20-28, 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- [4] B. Miranda Morales y M. E. Molina Córdoba, "Evaluación de factores que pueden influir en el proceso de sacarificación-fermentación simultáneas para la producción de etanol a partir de materiales amiláceos", *Ingeniería*, vol. 25.1, pp. 47-61, 2015.
- [5] D. P. Milón Mayer, "Elaboración de whiskey de maíz morado denominado Black Whiskey", Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/16a44ad8-d5da-4e33-a9f5-6f98430adcd8/content>.
- [6] J. C. R. Espinoza, "Malteado y fermentación de maíz para la obtención de whisky artesanal," Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional Unidad Querétaro, Querétaro, Qro, 2018.
- [7] C. G. Benítez Cardoza y H. Pfeiffer Perea, "El maíz: Origen, composición química y morfología", *Materiales Avanzados*, 7, pp. 15-20, agosto de 2007. [En línea]. Disponible: <https://www.iim.unam.mx/revista/pdf/numero07.pdf>

Sistema Experto para la Recomendación de Personal Docente para Proyectos de Base Tecnológica

L. Ramos-Corchado^{#1}, M. Díaz-Rodríguez^{#2}, A. Aguilar-Cornejo^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Investigación y Posgrado, Unidad Académica Zapopan, Jalisco, México

¹leon.ramos@zapopan.tecmm.edu.mx, ²miriam.diaz@zapopan.tecmm.edu.mx,

³alejandro.aguilar@zapopan.tecmm.edu.mx

Resumen— Se presenta un modelo de sistema experto para la recomendación de personal docente para su participación en proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM. Este no es un problema trivial, debido a la subjetividad que puede presentarse en su evaluación. Para formalizar este proceso se basó en la metodología ágil Ideas de Bases tecnológicas y un sistema de apoyo a la toma de decisiones. El prototipo está dividido en cuatro fases: definición de valor, planificación, ejecución e implementación. Se presentan resultados de la arquitectura general del sistema. Se formalizó el modelado del conocimiento específico de los expertos en recursos humanos y caracterización de perfiles en la academia, lo que permitió obtener una recomendación sobre el tipo de participación “roles” al que puede aspirar un profesor en los proyectos de base tecnológica.

Palabras clave— sistema experto, SGBD, máquina inferencial, ingeniero de conocimiento, proyecto base tecnológica.

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda la problemática de la selección de personal docente para su participación en proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM. Una de las constantes inquietudes de la academia y del departamento de recursos humanos (RH), debido a la dificultad que existe en formalizar adecuadamente estas asignaciones dado que en estos procesos los criterios para tomar las decisiones son subjetivos, para abordar la problemática se propone una herramienta de apoyo para esta actividad. En [1] se presenta como los sistemas expertos brindan grandes posibilidades en el campo de la gestión de personal. Para el sistema propuesto se utiliza un sistema experto (SE), el prototipo es nombrado *Experto IBT*.

En la siguiente sección se presenta el estado del arte de los SE, principalmente en aquellos para modelar la experiencia humana. En la tercera sección se muestra la metodología de trabajo utilizada. En la cuarta se muestran los resultados más relevantes. En la quinta se mencionan las conclusiones del trabajo de investigación.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Sistemas Expertos.

Surgidos en el siglo XX los SE constituyen una herramienta de uso común en diversas disciplinas. Un SE es un programa de cómputo que sobre una base de conocimiento (BC), la cual contiene información de varios expertos para

resolver un problema de su dominio. La BC es una base de datos que gestiona el conocimiento, para brindar al sistema un conjunto de principios o reglas que infieren en nuevas consecuencias lógicas a partir de las definidas o anteriormente deducidas mediante el motor de inferencia (MI). La BC almacena hechos definidos como afirmaciones que sirven para representar: conceptos, datos, objetos, entre otros. La base de datos (BD) tiene la función de editar y consultar datos.

Existen principalmente dos tipos de SE, para problemas deterministas y para problemas estocásticos. Para el primero son los basados en reglas que tratan problemas deterministas y obtienen sus conclusiones basándose en un conjunto de reglas utilizando razonamiento lógico, ver [2]. Los que se basan en probabilidades que tratan problemas estocásticos, que tratan problemas con cierto grado de incertidumbre, estos últimos son más utilizados para diferentes casos de estudio, ver [3].

B. Gestión de personal.

Los datos manejados por el área de recursos humanos son una fuente invaluable de información para el desarrollo del conocimiento y la creación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la asignación de personal. En el contexto actual, las organizaciones deben competir eficazmente en términos de costo, calidad, servicio e innovación para mantener su competitividad.

En [5] se propone un sistema de recomendación web para la selección de personal basado en agentes de software el cual contribuye con el mejoramiento de procesos de selección de personal en la organizaciones utilizando agentes de software a través de un aplicativo web, en este trabajo se afirma que una de la actividades más compleja es la generación de un número de reglas de inferencia por lo que recomienda hacer el uso de algoritmos para la generación de reglas significativas que sirvan para su evaluación difusa y reducir significativamente la ambigüedad, también hace especial énfasis que en los procesos de selección de personal necesariamente se deben de involucrar los criterios humanos en el proceso deliberativo por lo que el sistema solo funge como herramienta de ayuda.

Según Matute [6], la gestión del talento humano es un factor fundamental en el éxito de las organizaciones. Este éxito depende de la disponibilidad de personas idóneas con las habilidades apropiadas, asignadas a las posiciones adecuadas en el momento oportuno, lo que constituye la

gestión del talento humano. La gestión del talento en una organización se ha convertido en un desafío para los profesionales de recursos humanos, ya que implica la toma de numerosas decisiones administrativas para seleccionar a la persona idónea para el trabajo adecuado en el momento preciso.

Aragon [7] plantea una solución combinando diversos conceptos y tecnologías, integra el sistema de información web con agentes de software donde su función principal generar una recomendación de aspirantes que se adhieran a un perfil determinado, también es importante mencionar que los agentes implementados aplican lógica difusa para producir su recomendación, de modo que con esto se logra eliminar subjetividades y sesgos que normalmente afectan negativamente las decisiones en un proceso de selección.

El trabajo *Sistemas de inferencia basados en Lógica Borrosa: Fundamentos y caso de estudio* [8] tuvo como objetivo presentar los fundamentos de los sistemas inteligentes basados en lógica difusa, conocidos también como Sistemas de Inferencia Difusa (SID). Donde se define inicialmente los conjuntos difusos, las operaciones que se pueden efectuar con ellos, y las funciones de pertenencia para los sistemas de apoyo en la toma de decisiones y recomienda su aplicación a problemas que tienen solución con sistemas expertos tradicionales.

La utilización de modelos difusos para la exploración y evaluación en los deportes ha demostrado mayor flexibilidad y robustez como lo exponen en el trabajo *Identificación de talentos deportivos utilizando un sistema experto orientado a la web con un módulo difuso* [9] el cual logra predicciones de aceptabilidad y propuestas de los deportes más adecuados para la persona que es evaluada.

Golec [10] presenta un modelo difuso para la evaluación y selección de empleados basada en competencias. En este presenta una estructura jerárquica integral de selección y evaluación de un empleado, con un ejemplo que demuestra la viabilidad del método. La representación difusa del conocimiento es su principal dificultad.

Aunque no se puede modelar aún una herramienta que pueda reemplazar completamente al experto humano, es un reto implementar en software una evaluación global de las capacidades de un candidato para un proyecto, teniendo en cuenta todas las características del rol a ocupar, ya que este debe proveer un soporte importante al experto en el desempeño de su actividad laboral, esta es una razón por la cual la Metodología IBT recomienda el uso de SE donde se pretende superar las limitaciones de los previos modelos expuestos, referidos a la exactitud y precisión de los resultados finales.

III. SISTEMA EXPERTO IBT

La presente investigación propone un sistema experto para el proceso de selección de recursos humanos en proyectos de investigación. Por la naturaleza de la problemática estará propenso a un alto grado de incertidumbre y/o interpretaciones, la metodología ágil a

utilizar desarrollada previamente denominada IBT para gestión de proyectos, la cual busca generar valor en un periodo de tiempo muy corto, a partir del juicio de la academia, RH o Responsable del proyecto.

Los principales actores que intervienen en la aplicación Experto IBT son el ingeniero conocimiento (IC) “Programador”, los expertos del dominio del conocimiento sobre los proyectos y los perfiles que estos requieren (RHA), los usuarios del sistema (US).

El marco de trabajo utilizado para el desarrollo del SE consistirá en 5 etapas:

- 1) Identificación del personal, en esta etapa se selecciona a los docentes para participar en proyectos de base tecnológica según la frontera planteada del proyecto.
- 2) Selección de variables objetivo y sus respectivos valores, los RHA definieron como variable objetivo el tipo de asignación al que puede aspirar un docente en un proyecto de base tecnológica. Los posibles valores que pueden tomar las variables son: no aplica, parcialmente aplica, aplica, satisfactorios.
- 3) Selección de variables de entrada y sus posibles valores proporcionados por los expertos del dominio RHA en la BC, en la tabla 1 se presentan las más relevantes. La identificación de los rasgos y características es el proceso principal, representadas en las variables de entrada, que asume la variable objetivo, identificada para el dominio del problema. En esta etapa se consideran los siguientes criterios: i) Formación académica y último grado, ii) Experiencia en la especialidad medida en años, iii) dominio de inglés (nivel B1), iv) producción académica clasificada con los lineamientos de investigación del TecNM. A cada variable de entrada definida en los criterios se les asigna un peso de 0 a 1 en correspondencia de su importancia según el mismo lineamiento, siendo el criterio de producción académica el que tiene una influencia mayor en el resultado al ser caracterizado por los especialistas en el dominio de conocimiento.

TABLA I.
VARIABLES DE ENTRADA

Formación académica	Puntaje
Licenciatura o Ingeniería	.25
Especialidad	.5
Maestría	.75
Doctorado	1
Experiencia laboral	Puntaje
Experiencia PRODEP o SNI	.5
Dominio del Inglés	Puntaje
Habla, Lee, Escribe	.5 c/u
Productos Académicos Validos	Puntaje
Artículos Indizados Artículos Arbitrados	299
Libros y/o Capítulos	108
Tesis, Informes técnicos	897
Memorias de Congresos, simposios, foros, seminarios y coloquios	.598
Prototipos	299

- 4) Diseño de reglas de evaluación, este paso tiene cierto grado de complejidad y se comienza identificando los rasgos y las características, que serán plasmadas en las variables de entrada que darán el valor que asume la

variable objetivo identificada en el dominio del problemas, en esta intervienen el IC y los RHA para la adquisición de información relevante sobre los tipos de contratos de los profesores, con base en los rasgos identificados y definidos en la fase anterior, a su vez el IC y HRA definen las reglas a evaluar y generar las preguntas que los US interactuaron en la interfaz, en la tabla 2 se presenta un ejemplo de esta etapa, donde se muestran inferencias resultantes del proceso de selección de roles.

TABLA II
REGLAS A EVALUAR

Antecedente	Consecuente
Profesor con experiencia en proyectos inferior a 1 año	No aplica
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd	Ocasional
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd y con dominio del inglés	Equipo
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd y con dominio del inglés con producción académica válida	Lider ágil
Persona interesada en el proyecto o entidad patrocinadora	Rector ágil
Persona interesada en la solución	No aplica

5) Implementación del SE. En la identificación de valor “requerimientos” se lograron identificar en las historias de usuario tres capas principalmente, estas son: la lógica de la interfaz del programa “datos” esto en visperas de lograr la independencia del sistema, y la BC pueda ser modificada sin la necesidad de modificar la programación, está BC deberá ser alojada en un sistema gestor de bases de datos (SGBD). Las reglas y el motor de inferencia (MI) se implementan en Python y la librería experta 1.9.3 para su ejecución en escritorio y con la utilización de un manejador “driver” para tener acceso al SGBD, para lograr transparencia y escalabilidad a otras plataformas

La arquitectura básica del sistema Experto IBT es mostrada en la Figura 1, se muestra como esta compuesto por los tres subsistemas mencionados, estos son: variables de entrada y salida, BC e “Interfaz de usuarios”.

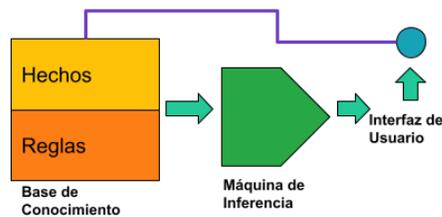


Fig. 1. Arquitectura Experto IBT.

Para el desarrollo del sistema experto con el usuario se propone con los siguientes componentes descritos en las siguientes subsecciones.

A. *Editor de variables de entrada y salida.*

El IC y los RHA utilizarán este módulo para registrar los rasgos identificados en las variables de entradas que darán la pauta a algunas formulaciones que estarán disponibles, y con

el botón acciones se permitirá ingresar una nueva variable del tipo “anterior, consecuente”.

B. *Editor de la base conocimiento.*

Se desarrollará un módulo de adquisición de conocimiento para cargar el archivo de las variables de entrada y salida, para así poder configurar las reglas en la base de conocimiento. Este proceso es cíclico hasta que se hubieran configurado todas las soluciones posibles, según sea cada una de las preguntas formuladas. Este módulo permite establecer dependencias a través del botón “dependencias”. Una vez terminado el proceso, las preguntas formuladas, las dependencias y la asignación de importancia son guardadas en la base de datos.

C. *Base de Datos.*

El prototipo estará relacionado con una base de datos y se focaliza en almacenar variables de entrada: Información del personal docente, experiencia en proyectos, formación académica, dominio del inglés, productos válidos.

D. *Interfaz del usuario final (Datos de entrada).*

La interfaz tendrá de acuerdo con el framework de desarrollo y sus librerías para el manejo de interfaces, en el primer módulo los US puedan interactuar intuitivamente para acceder al conocimiento especializado de una forma ordenada y clara, una vez selecciona la variable de entrada y su valor en el recorrido de inicio a fin. En principio se muestra el cuestionario al RHE para dotar al prototipo de conocimiento y completar la BC a su vez se verifican las relaciones de cada una de las opciones disponibles para emitir una recomendación.

E. *Interfaz del usuario final (Configuración).*

Este módulo que interactúa con el US, selecciona un conjunto de variables con cierto grado de relevancia, responde las preguntas planteadas por el SE. El modelo planteado muestra las preferencias de los potenciales candidatos a participar en proyectos y estas están determinadas por las variables ya mencionadas anteriormente. El módulo que interactúa con US y el SE sigue un patrón de conversación lo más parecido a una conversación humana, para lograr obtener respuestas concretas del usuario hay que tener especial cuidado en la formulación del cuestionario. Para lograr esto es necesario una interfaz lo más intuitiva posible para que la consulta se lleve a cabo, este proceso se observa en la Figura 2.



Fig. 2. Flujo de una consulta.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se enfocan en la base de conocimientos. Para comprobar el correcto funcionamiento de los módulos se hicieron pruebas con cuatro candidatos susceptibles de participación en un proyecto de base tecnológica, en la Tabla 3, se muestra de manera correcta el tipo de participación de cada candidato en función a las variables de entrada seleccionadas. Estos resultados se logran por el MI debido a que aprovecha los cálculos del procesador local en conjunto con la librería experta que maneja las transacciones con el SGBD, y con la modularización se logra independizar la información base “editor de preguntas” la adquisición de conocimiento y el motor de inferencia donde se evidencia su almacenamiento en el SGBD las reglas usadas para la consulta “aprendizaje de las reglas utilizadas”, teniendo cierto grado de dinámica permitiendo al usuario configurar la pregunta en tiempo de ejecución.

TABLA III
RESULTADOS

Variables de Entrada (evidencias o antecedentes)		Profesores Candidatos			
		PC1	PC2	PC3	PC4
Experiencia en Proyectos			.5	.5	.5
Licenciatura Afín		.25	.25	.25	.25
Formación posgrado	Esp.	.5		.5	
	MSC.		.75	.75	.75
	PhD				1
Dominio del inglés	Habla	.5		.5	.5
	Lee			.5	.5
	Escribe			.5	.5
Artículos Indizados Artículos Arbitrados		.299			.299
Libros v/o Capítulos					
Tesis, Informes técnicos					.897
Memorias de Congresos, simposios, foros, seminarios y coloquios					
Variables de Salida (Objetivo o consecuentes)MI		PC1	PC2	PC3	PC4
No aplica		X			
Ocasional			X	X	X
Equipo				X	X
Líder ágil					X
Puntaje Final		0	1.5	3.5	4.59

V. CONCLUSIÓN

El prototipo Experto IBT, usa un MI para obtener razonamiento deductivo automático, permite a los aspirantes a participar en un proyecto de base tecnológica en el TecMM, y obtener una recomendación sobre el tipo de posición dentro de este, de acuerdo a los siguientes indicadores: experiencia en proyectos, formación académica, dominio del inglés, productos académicos. El objetivo que se perseguía con este prototipo es brindar una herramienta con fundamento en la metodología ágil IBT, para apoyar la toma de decisiones en la selección de profesores para participar en los diferentes proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM.

Después de las pruebas realizadas se identificó que las variables de entrada necesitan ser ampliadas para determinar el perfil del Docente y si se ajusta a los objetivos del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al tecnológico por brindarnos el apoyo de seguir trabajando en la integración de la metodología IBT en beneficio de los proyectos de base tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] S. Briggs, and L.D. Doney. "Eight Human Resource Expert Systems Now." *Computers in Personnel*. Vol. 4, pp.10-14, 1989.
- [2] S. Badaró, L. Javier Ibañez, and M. J. Agüero, “Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones,” *Rev. Cienc. y Tecnol.*, vol. 13, pp. 349–363, 2013
- [3] Clips, “CLIPS: A Tool for Building Expert Systems.” [En línea]. Disponible en: <http://clipsrules.sourceforge.net/>.
- [4] E.A. Feigenbaum, P.H. McCormick, y H.P. Nil. *The Rise of the Ex- pert Company: How Visionary Companies Are Using Artificial Intelligence to Achieve Higher Productivity and Projects*. New York: Times Books. 1988.
- [5] R. D. Estrada Esponda “Aplicación Web para la selección de personal por medio de intervalos difusos de evaluación” *Scientia Et Technica*, vol. 23, núm. 2, pp. 214-221, 2018 Universidad Tecnológica de Pereira [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/849/84958001011/html/>.
- [6] K. Matute Pinos y R. Bojorque Chasi, “Apoyo a los subsistemas de talento humano, selección y reclutamiento a partir de un sistema experto. Caso de estudio,” *Ingenius*. n.26, pp.41-48, 2021. <https://doi.org/10.17163/ings.n26.2021.04>.
- [7] J. Aragón Campo y R. D. Estrada Esponda, “Sistema de recomendación web para la selección de personal basado en agentes de software,” Bachelor Thesis, Universidad del Valle, Colombia, 2014 [En línea] Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/17057>
- [8] R. A. Maguñá Pérez, “Sistema de inferencia basados en lógica borrosa: fundamentos y caso de estudio,” *Revista de investigación de sistemas e informática*, Vol. 7(1), pp. 91-104. 2010 [En línea]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/risi/2010_n1/v7n1/a09v7n1.pdf
- [9] V. Papić, N. Rogulj and V. Pleština, “Identification of sport talents using a web-oriented expert system with a fuzzy module,” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36(5), pp. 8830-8838, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.031>.
- [10] A. Golec, and E. Kahya, “A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection,” *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 52(1), pp. 143-161, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.11.004>.

Diseño de Estrategia Digital para la Enseñanza de la Asignatura de Programación en Ingeniería en la Educación Superior

E. C. Rodríguez López^{#1}, J. B. Villalvazo Rivera^{#2}, M. V. Félix Lerma^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Unidad Académica Mascota, Jalisco, México

¹erika.rodriguez@mascota.tecmm.edu.mx, ²benjamin.villalvazo@mascota.tecmm.edu.mx,

³marco.felix@mascota.tecmm.edu.mx

Resumen—El presente artículo tienen como objetivo general analizar la importancia de implementar estrategias digitales para la enseñanza de la programación en ingeniería en la educación superior, basadas en un entorno virtual de aprendizaje (EVA), debido a la influencia e incremento de la era digital. Actualmente la educación convencional esta por quedar invisibilizada por los avances de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que promueven en los alumnos el pensamiento computacional y de resolución de problemas. Para el desarrollo del proceso metodológico se abordó el paradigma cuantitativo mediante la investigación descriptiva con un diseño documental. Además de que se aplicó una encuesta a los profesores del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Mascota, en el semestre ene – jun 2022, que permitió el análisis estadístico y de contenido. Se concluye que la planificación de estrategias en ambientes virtuales exigen al docente instructor organizar de forma minuciosa para administrar a tiempo el aula virtual, seleccionando los medios y recursos tecnológicos que se adapte al estudiante de programación de ingeniería en la educación superior propiciando la autogestión del aprendizaje, promoviendo el trabajo colaborativo entre estudiante – estudiante con un enfoque constructivista basado en su experiencia y responsabilidades compartidas.

Palabras clave— estrategia digital, enseñanza, programación, educación superior, aula invertida.

I. INTRODUCCIÓN

La era digital de cambio y desarrollo continuo requiere una educación que permita a los estudiantes ampliar sus habilidades y destrezas para satisfacer las necesidades del mercado laboral asociadas al avance tecnológico. Así, en el proceso educativo, las herramientas tecnológicas actúan como herramientas pedagógicas, contribuyendo al fortalecimiento del pensamiento crítico para la resolución de problemas, mejoramiento de las habilidades informáticas, participación activa de los individuos, trabajo en equipo y cooperación.

Es por esto que los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) ofrecen mejoras en la calidad y diversidad de la enseñanza y el aprendizaje que los métodos tradicionales no logran [1] Así estas plataformas educativas apoyan la educación superior actual [2]. Cabe señalar que la gran mayoría de las instituciones educativas son conscientes de la necesidad de integrar el e-learning para brindar una educación híbrida ya distancia.

De hecho, la planificación de un entorno virtual de aprendizaje (EVA) propone una estructura que orienta la educación eficaz y orienta los principios para comprender que cada materia es diferente [3]. Esto incluye el propósito y el contenido de la enseñanza en un enfoque constructivo, integral e interactivo, dando a los estudiantes acceso al conocimiento en un área en particular y acceso a materiales de trabajo e instrucciones para todas las actividades que realizan. De igual forma, el grado de estructuración del contenido en el aprendizaje significativo es que, además de vincular la información nueva con el conocimiento previo, esté altamente organizado y su organización sea clara [3].

Por lo tanto, como facilitador de la enseñanza y el aprendizaje, los docentes deben crear programas que enriquezcan la experiencia de aprendizaje práctico. Por lo tanto, es necesario pasar del transmisor de información del maestro al transmisor de conocimiento importante. De alumnos pasivos a alumnos activos. De aulas fijas a aulas móviles, y de libros de texto a multimedia [3].

Por tal motivo en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Mascota, propone una nueva estructura tecno – pedagógica en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que permita lograr importantes procesos de aprendizaje significativo en la comunidad estudiantil a través de metodologías de aula invertida y metodologías PACIE. En este método, la enseñanza se extrae directamente de los espacios de aprendizaje colectivos e individuales donde la aparición del docente pretende orientar al alumno. Un espacio más interactivo y dinámico [4].

Los profesores universitarios necesitan estar al día en innovación. Además, los estudiantes son considerados nativos digitales en la sociedad actual. Es adecuado limitar la importancia de las habilidades digitales (DC) [5].

Por tanto, este estudio es un entorno virtual de educación para el desarrollo de las clases de programación acorde a las demandas educativas actuales de aprendizaje activo e innovador y de retroalimentación constante con el apoyo de herramientas telemáticas desde un enfoque constructivo e integral. Intenta analizar la importancia de la planificación de estrategias, dirigiendo el proceso educativo en todas sus etapas con cambios en la estrategia educativa.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la llegada de los entornos de aula virtual, hemos estado buscando formas de utilizar multimedia, como imágenes, audio y video, para vincular todos los aspectos de la computadora dentro de ella. Del mismo modo, considere los cinco componentes principales que lo componen, Alumnos, Tutores, Contenidos y Medios Educativos [6]. Por ello, la planificación de la enseñanza en línea tiene ciertos inconvenientes por parte de los docentes, ya que sigue obsesionada con la transmisión de contenidos, tendencia a utilizar métodos de carácter conductual, preferencia por la evaluación global y olvidándose en muchos casos el análisis de los procesos de construcción del conocimiento, además del excesivo descuido en el diseño de estrategias instructivas.

Así, planificar un entorno de educación virtual conduce a la implementación de todos los componentes del sistema de lecciones [6] Situaciones en las que el contenido presentado necesita estar correctamente estructurado y los estudiantes pueden utilizar correctamente el contenido reflejado en él. Es importante enfatizar la necesidad de la alfabetización digital para comprender la tecnología y adquirir nuevas habilidades para interactuar con ella. H. Se requiere desarrollo de habilidades para usar la habilidad de manera efectiva, responsable e inteligente [1].

La programación es una parte fundamental e imprescindible para todo programa de Ingeniería. Los estudiantes de ingeniería del último semestre deben usar esta habilidad para enfrentar desafíos de resolución de problemas. Las buenas habilidades de desarrollo pueden ayudarlo a resolver estos problemas fácilmente. Es importante que los estudiantes técnicos y de ingeniería adquieran habilidades básicas de programación en las primeras etapas de preparación para la universidad [7].

Los estudiantes de programación sufren de un amplio rango de dificultades y deficiencias. Los estudiantes deben descubrir la necesidad de seguir un algoritmo para poder solucionar problemas. Los estudiantes directamente intentan codificar sin haber entendido el problema o pensando en la solución. Es importante que el facilitador de la materia motive a los estudiantes a realizar los diseños previos al intento de codificación.

III. JUSTIFICACIÓN

Una de las habilidades requeridas por todos los ingenieros en la industria, independientemente de la disciplina, es codificar en un lenguaje de programación. Los ingenieros deben poder sistematizar sus ideas para experimentar y simular la solución propuesta y crear soluciones de software. El propósito es identificar y clasificar los obstáculos para desarrollar estrategias que faciliten el desarrollo de capacidad de desarrollo de software.

El desarrollo de este proyecto busca apoyar con estrategias de aula invertida, y planeación de la enseñanza de la programación promover procesos de construcción del conocimiento diseñando estrategias instructivas que faciliten

la labor docente, y promueva en el estudiante de la ingeniería en sistemas computacionales el aprendizaje significativo.

IV. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Elaborar una propuesta metodológica de estrategias digitales que promuevan la enseñanza de la programación en ingeniería en la educación superior.

B. *Objetivos específicos*

- 1) Identificar las principales dificultades que tienen los alumnos de ingeniería en sistemas computacionales para programar.
- 2) Analizar las metodologías actuales de enseñanza utilizando entornos virtuales
- 3) Elaborar propuesta metodológica de estrategias digitales que promueven la enseñanza de la programación en ingeniería en la educación especial.

V. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para cumplir los objetivos que tiene el proyecto, se realizaron diferentes actividades que ayudaron a cumplir los objetivos propuestos.

- 1) Para identificar las principales dificultades que tienen los alumnos de ingeniería en sistemas computacionales para programar, se realizó un cuestionario en línea a estudiantes de la ingeniería en sistemas computacionales, identificándose que los estudiantes únicamente conocen un lenguaje de programación, y es el que el profesor de la asignatura les enseñó JAVA.
- 2) Al analizar las metodologías actuales de enseñanza utilizando entornos virtuales, se revisó literatura de cómo educar en la era digital y el aprendizaje colaborativo autónomo basado en un enfoque constructivista definido como “desarrollo armónico e integral de las actitudes intelectuales, psicomotrices y humanas”, es importante preguntarse qué estrategias se pueden utilizar para facilitar el diseño de la propuesta de estrategias virtuales que facilitan la enseñanza de la programación en la educación superior.
- 3) En la propuesta se trabaja con la administración de un entorno virtual, los docentes pueden utilizar una variedad de estrategias educativas con el apoyo de las TIC. Algunos de ellos son recursos audiovisuales, materiales PDF digitalizados, animaciones, imágenes, audio, etc. que resultan atractivos, innovadores e interesantes para estudiantes motivados. , Involucrados en su propio aprendizaje y trabajo en grupo. Al mismo tiempo, desarrollar destrezas, habilidades y pensamiento computacional [7].

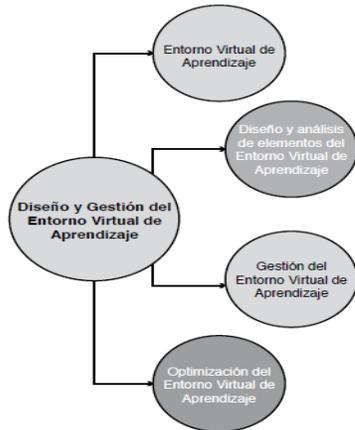


Fig. 1. Elementos que componen el diseño y gestión del entorno virtual de aprendizaje [8].

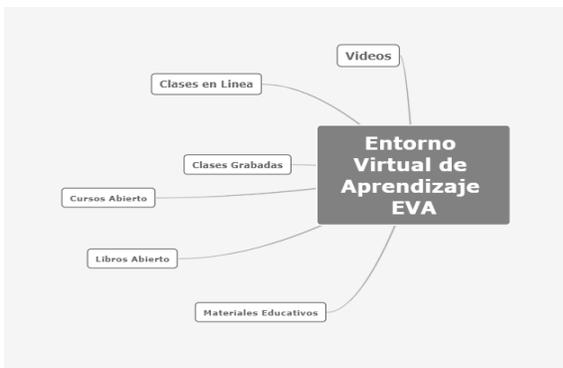


Fig. 2 Entorno Virtual de Aprendizaje EVA.

VI. CONCLUSIÓN

La programación es una habilidad muy útil y puede ser una carrera gratificante. Los programadores novatos sufren de una variedad de dificultades y deficiencias. Los estudiantes necesitan descubrir la necesidad de seguir algoritmos para resolver problemas.

La educación superior necesita estar en armonía con la evolución de los avances científicos y tecnológicos para aprovechar los diversos beneficios de las TIC en la educación, en respuesta a las necesidades de esta generación de estudiantes nacidos en la era digital. Por lo tanto, para gestionar el aprendizaje autónomo y la colaboración mientras aprendemos unos de otros, es necesario implementar

estrategias educativas utilizando herramientas técnicas que permitan diferentes formas de multimedia e hipertexto.

En definitiva, la planificación de la estrategia didáctica es planificar oportunamente las acciones de los pasos que deben dar los docentes al aplicar cualquier método, técnica, medio o recurso con el fin de llevar a cabo el proceso de enseñanza de la programación, genera una serie de pasos. Rigor académico y excelencia educativa orientada a desarrollar todas las actividades con contenidos específicos. Finalmente, las estrategias educativas se definen como prácticas que los educadores adoptan de manera reflexiva y flexible para ayudar a sus alumnos a lograr aprendizajes importantes.

REFERENCIAS

- [1] F. Scheuermann, and M. Barajas. *Aspectos pedagógicos de la enseñanza y el aprendizaje en la red. La tecnología educativa en la enseñanza superior. Entornos virtuales de aprendizaje.* Madrid: McGraw Hill.
- [2] E. Fernández, E. Ordoñez, B. Morales y J. López. *La competencia digital en la docencia universitaria.* 1era ed. Octaedro: Barcelona, España, 2019.
- [3] M. P. Buontempo, “La Enseñanza en la Era Digital. Una guía para la enseñanza y el aprendizaje”. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 8(15), pp. 190-192. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v8.n15.18968>.
- [4] J. Real (2011). Modelos educativos en el uso de las TIC. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/realjulio/modelos-educativos-en-el-uso-de-las-tic>
- [5] P. Baldeón (2020). Instructivo de estructura tecno-pedagógica de aula virtual en el entorno virtual de Aprendizaje “EVA”. Universidad Israel. 2020 [En línea] Disponible en: <https://uisrael.edu.ec/wp-content/uploads/2020/09/Instructivo-de-Estructura-de-Aula-Virtual-en-EVA-UISRAEL-24082020-v.1.2.pdf?x23864A>.
- [6] U. Mestre Gómez, J. J. Fonseca Pérez y P. R. Valdés Tamayo. *Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje.* Editorial universitaria EDUNIV. La Habana. 2007. <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/251/8/978-959-16-0637-2.pdf>
- [7] M. González “Los entornos virtuales como espacio de enseñanza-aprendizaje. Una propuesta para el bachillerato,” Tesis de grado, Universidad Autónoma de México, 2014.
- [8] G. Vargas Murillo, “Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje”. *Cuad. - Hosp. Clín.*, 62(1), pp. 80-87. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762021000100012&lng=es.

Diseño del Prototipo de una Aplicación Móvil que Facilite la Inclusión Social de las Personas con Discapacidad

G. Ramírez Pimentel^{#1}, B. Y. Ortega Flores^{*2}, O. R. Rojo Roa^{#3}, V. Paz Robles^{&4},
M. T. Álvarez Carranza^{#5}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Investigación, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Unidad Académica Tamazula, Jalisco, México

[&]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Investigación, Unidad Académica El Grullo, Jalisco, México

¹gramirez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ²yerania.ortega@tamazula.tecmm.edu.mx,

³osvaldo.rojo@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ⁴vidal.paz@elgrullo.tecmm.edu.mx,

⁵maria.alvarez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

Resumen--Aproximadamente, el 15 % de la población mundial, o 1000 millones de habitantes, experimentan algún tipo de discapacidad, y la prevalencia de la discapacidad es mayor en los países en desarrollo. Esto es una gran parte de la población mundial, se ven afectadas por discapacidades importantes. Las personas con discapacidad tienen más probabilidades de sufrir resultados socioeconómicos adversos, como menos educación, peores resultados de salud, niveles más bajos de empleo y mayores tasas de pobreza [1]. En México, según datos del Inegi, existen 20.8 millones de personas que tienen alguna discapacidad, pero el país tiene un largo camino que recorrer para hacer conciencia de las dificultades que enfrenta este sector de la población [2]. El diseño del prototipo de la aplicación móvil es un proyecto con impacto social y fue desarrollado con el objetivo de brindar ayuda a los estudiantes o personal del Instituto Tecnológico José Mario Molina Unidad Académica Zapotlanejo, cada vez que no puedan realizar alguna actividad por sí mismos, por ejemplo trasladarse de un edificio a otro para tomar las clases, ya que la infraestructura de la institución no está en las condiciones óptimas para que este tipo de personas puedan desplazarse sin ayuda de terceros por las instalaciones.

Palabras clave---Discapacidad, Inclusión, Metodología, Impacto Social, Tecnología.

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta el desarrollo de un prototipo con impacto social y fue desarrollado con el objetivo de brindar ayuda a los estudiantes o personal del Instituto Tecnológico José Mario Molina Unidad Académica Zapotlanejo, cada vez que no puedan realizar alguna actividad por sí mismos, ya que la infraestructura de la institución no está en las condiciones óptimas para que este tipo de personas puedan desplazarse sin ayuda de terceros por las instalaciones.

En primer lugar, está compuesto por los antecedentes, que se refieren a los precedentes y avances científicos y/o tecnológicos que fundamentan las diferentes investigaciones, que han sido diseñadas para apoyar a las personas con

distintos tipos de discapacidades. Después, se continúa con el marco teórico, que respalda el trabajo de investigación sobre los desarrollos tecnológicos para la inclusión. En el siguiente punto se presentan los objetivos generales y específicos, donde se establece a que se quiere llegar con esta investigación.

También, se resalta el impacto o beneficio en la solución al problema relacionado con este sector vulnerable de la sociedad, que les permita una verdadera igualdad y hacer efectivo el principio de la no discriminación. Además, se explica el procedimiento científico-metodológico a seguir para cumplir los objetivos y metas del proyecto, mostrando las pantallas no funcionales del prototipo.

II. OBJETIVO

A. Objetivo general

Diseñar el prototipo de una aplicación móvil que facilite la inclusión social de las personas con discapacidad principalmente motriz, favoreciendo la colaboración de la comunidad y mejorando el desempeño de las actividades que realizan los estudiantes o personal del Instituto Tecnológico José Mario Molina Unidad Académica Zapotlanejo con capacidades especiales que requieren moverse o trasladarse por las instalaciones.

B. Objetivos específicos:

- Crear las mejores condiciones físicas, culturales, económicas y sociales, para aquellas personas que tienen y llevan una vida de discapacidad principalmente motriz.
- Realizar y analizar circunstancias de apoyo tecnológico para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.
- Diseñar el prototipo de una APP para el dispositivo móvil, como soporte para facilitar a las personas con discapacidad en el uso de tecnologías para llevar una vida mejor.

III. JUSTIFICACIÓN

En México, el Inmujeres, la STPS y el Conapred [3] impulsan la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación. Esta certificación está dirigida a todos los centros de trabajo públicos, privados y sociales establecidos en la República Mexicana, de cualquier tamaño, sector o actividad. Para obtenerla, los centros de trabajo necesitarán obtener una auditoría externa realizada por organizaciones externas independientes, para constatar que sus políticas y prácticas que se rigen con los requisitos de Igualdad Laboral y No Discriminación. Sus principales ejes de la Norma Mexicana son: incorporar la perspectiva de género y no discriminación en los procesos de reclutamiento, selección, movilidad y capacitación; garantizar la igualdad salarial; implementar acciones para prevenir y atender la violencia laboral; y realizar acciones de corresponsabilidad entre la vida laboral, familiar y personal de sus trabajadoras y trabajadores, con igualdad de trato y de oportunidades.

En el estado de Jalisco se hace uso de la Norma Mexicana NMX R 025 SCFI 2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación, con el objetivo de generar un ambiente justo y equitativo en la Red de Unidades Académicas del TecMM. Ya que desde el año 2020 como parte del Grupo 3 de Multisitios de TecNM, se recibió de parte del director general del Tecnológico Nacional de México; Enrique Fernández Faschnat, la certificación del Sistema de Igualdad Laboral y No Discriminación NOM- NMX- R- 025- SCFI- 2015.

El Tecnológico Nacional de México [4] reafirma su responsabilidad con la defensa de los derechos humanos, de manera que en la esfera de su competencia, asegurará la iniciación de igualdad sustantiva entre mujeres y hombres en el periodo de sus derechos laborales, precisamente como el derecho fundamental a la no discriminación en los procedimientos de ingreso, formación e impulso profesional, así mismo tomar en cuenta las condiciones de trabajo, permaneciendo vedado el maltrato, violencia y segregación de las autoridades en torno al personal en razón de alguna forma de exclusión, distinción o limitación o reducción respaldada en el origen étnico o nacional, aspecto físico, cultura, sexo, genero, discapacidad, edad, condición económica o social, condiciones de salud, lengua, embarazo, religión, opiniones, estado civil, preferencias sexuales, situación migratoria o cualquier otra, que posea como resultado el impedimento o anulación del reconocimiento de la igualdad real de oportunidades o de los derechos humanos.

Con el objetivo de cumplir con lo previamente mencionado en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas con discapacidad, el presente proyecto pretende analizar las necesidades que se tienen actualmente en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Unidad Académica Zapotlanejo en cuanto a infraestructura para la movilidad de las personas en silla de ruedas, así como personas vulnerables que requieran ayuda de otra persona. El interés está centrado en su posibilidad de inclusión en la sociedad en su paso por la universidad, de mejora en su calidad de vida y fomentando conciencia respecto a sus capacidades. Por lo que al realizarse el análisis se encontraron las siguientes problemáticas:

- 1) Las rampas del edificio A al edificio B están muy empinadas y es difícil para una persona con silla de ruedas subir por ella sin ayuda (ver figura 1 y figura 2). Resultando muy complicado el traslado y el acceso entre los edificios.
- 2) Además, de que solo el edificio A tiene adaptados y el segundo y tercer edificio no tienen baños para discapacitados; en el edificio B se encuentran los baños en el segundo piso, subiendo las escaleras y en el edificio C, las rutas de traslado no son las adecuadas para acceder a ese edificio.
- 3) Solo el edificio A en la planta baja está adaptado para los alumnos con discapacidad, pero si requieren trasladarse a un laboratorio, tendrían que moverse hasta el edificio B o a la planta alta del edificio A y no se tiene un elevador para subir a la segunda planta.



Fig. 1. Rampa uno del edificio A al edificio B.



Fig. 2. Rampa uno del edificio A al edificio B.

La mayor dificultad que se le presenta a una persona con discapacidad motriz para lograr su independencia son las barreras arquitectónicas, las cuales impiden o complican su desplazamiento (cordones de vereda, escalones, puertas angostas, rampas mal diseñadas, veredas rotas, alfombras, baños no adaptados, transporte público sin rampa, entre otras). Si estos obstáculos son superados, quienes forman parte de dicho colectivo social podrían desarrollarse con mayor facilidad en todos los ámbitos sociales, culturales y educativos en los que participan.

IV. MARCO REFERENCIAL

Haciendo referencia a la Agenda 2030 que tiene el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en los cuales se tiene decretado notoriamente que la discapacidad

no puede ser un motivo o criterio para prohibir a las personas el acceso a programas de desarrollo y el ejercicio de los derechos humanos. Por lo cual el entorno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) contiene siete metas que se refieren en forma explícita a las personas con discapacidad y otras seis relativas específicamente a las personas en situaciones vulnerables [1].

Por lo cual, la actual estrategia dirigirá los programas de desarrollo mundiales en el transcurso de los próximos 15 años, y que al aceptarla, los Estados se responsabilizaron a movilizar los medios imprescindibles para ponerla en marcha mediante alianzas centradas específicamente en las necesidades de las personas más pobres y vulnerables [5]. Buscando contribuir con una sociedad inclusiva, se ha desarrollado gran cantidad de tecnologías con el objetivo de coadyuvar a las personas que necesitan atención personalizada.

Por lo anterior, en este prototipo se aplicaron algunas herramientas y metodologías con relación al Desarrollo de una aplicación móvil que facilite la inclusión social de las personas con discapacidad, favoreciendo la colaboración de la comunidad y mejorando el desempeño de las actividades que realizan las personas con capacidades especiales que requieren moverse o trasladarse a algún lugar. A continuación, se listan algunas tecnologías ya existentes que usan las personas con alguna discapacidad:

- 1) *ListenAll*. Es una aplicación gratuita para dispositivos móviles con sistema operativo Android e iOS capaz de reconocer la voz y transcribirla a texto. Facilita la integración de varios colectivos de personas con discapacidad; como personas con déficit auditivo, permitiéndoles leer en su dispositivo la transcripción de la voz de una persona o de una conversación y personas con déficit motriz permitiendo elaborar documentos de texto mediante el dictado [6].
- 2) *Be My Eyes*. Es una aplicación gratuita disponible para IOS y Android [7]. Consiste en la interacción de personas con discapacidad visual que envían una imagen por su celular y voluntarios dispuestos a describir lo que ven.
- 3) *Google Look to Speak*. Es una aplicación destinada a las personas con discapacidades motoras y del habla que permite usar los ojos para la comunicación. Su funcionamiento es muy sencillo: solo hay que mirar hacia la derecha o izquierda para buscar y seleccionar una palabra o frase predeterminada y la app la leerá en voz alta [8].
- 4) *Tur4all*. Es una aplicación promovida por la Plataforma Representativa Estatal de Personas con Discapacidad Física (Predif) y elaborada con el apoyo de la Fundación Vodafone [9]. Se trata de un software que ayuda a encontrar todo tipo de puntos turísticos sin barreras para una silla de ruedas o para personas con movilidad reducida.

V. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Proceso metodológico del desarrollo del proyecto (ver figura 3):



Fig. 3. Fases del desarrollo del proyecto.

Observando las fases del proyecto se optó por utilizar la metodología Mobile First, la cual es una tendencia de desarrollo web, con el propósito de crear un diseño pensado para dispositivos móviles, teniendo en cuenta no sólo la estructura básica, sino las posibles herramientas que brindan una óptima solución al beneficiario final, ejecutando el diseño de las arquitecturas, iteraciones e interfaces de usuario a través de los lenguajes de programación de las plataformas móviles (Web, IOS y Android), las cuales funcionan de forma autónoma y profesional en dispositivos multiplataforma.

Por ello, se comenzó con la evaluación y el análisis de viabilidad del proyecto desarrollando una aplicación móvil para validar la parte conceptual en donde se realizó:

- 1) Un estudio de variantes, con base en el cual se logró un primer acercamiento a la definición de la viabilidad técnico-económica de la idea del proyecto.
- 2) Un análisis de la infraestructura de los edificios y sus alrededores donde transitan las personas con discapacidad trasladándose sobre las barreras arquitectónicas, impidiendo o complicando su desplazamiento.
- 3) Finalmente, se identificaron los requerimientos de las personas con discapacidad, estableciendo que el proyecto es viable, sólo se debe reformular para desarrollarlo en dispositivos multiplataforma.

Después, se revisó la validación técnica donde se trabajaron las siguientes actividades:

- 1) La puesta en marcha de la idea del proyecto, siendo necesario diseñar un prototipo de solución propuesta en la

parte conceptual y a su vez, evaluar/analizar la tecnología y sus resultados.

- 2) La evaluación del prototipo que permitirá garantizar el diseño, mejoramiento, entendimiento y la adecuada transferencia de una innovación. Por medio de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, para mejorar la competitividad resaltando el valor diferencial y dando solución a una problemática para las personas con discapacidad.
- 3) Explorar diferentes tecnologías y se seleccionan las adecuadas, registrando las ventajas de las mismas.
- 4) Controlar de la estructura físico-lógica, en la que el proyecto regresa a la exploración para ser reformulado o avanzar hacia el desarrollo de la interfaz.
- 5) Implementación del proyecto en un ambiente piloto y corrección de hallazgos, realizando varias pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

C. Población destino:

La población destino para la que está desarrollado el proyecto “Diseño de una aplicación móvil que facilite la inclusión social de las personas con discapacidad” es para las personas que sufren de algún tipo de discapacidad principalmente para las personas con discapacidad motriz, ya que está enfocado en facilitar por medio de la ayuda de terceras personas la movilidad de los estudiantes con discapacidad. La población se clasifica de la siguiente forma:

- 1) *Por datos demográficos:* Estudiantes o académicos del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Zapotlanejo, aunque en un futuro se planea aplicarlo en toda la red de unidades académicas del TecMM.
- 2) *Por edad:* Estudiantes o académicos de 17 a 65 años que estén cursando una carrera universitaria o personas que asistan a las instalaciones del TecMM UA Zapotlanejo.
- 3) *Por discapacidad:* Estudiantes o personas que tengan alguna discapacidad y requieran la ayuda de otra persona para cumplir con sus actividades dentro del TecMM UA Zapotlanejo.

VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del desarrollo de esta aplicación radican en que cualquier persona de la comunidad tecnológica puede acceder a ella y puede brindar ayuda a las personas con discapacidad en caso de que ellas lo requieran y las personas estén de acuerdo en ayudarles.

Esta APP está dotada de un sistema de geolocalización que permite a la persona con discapacidad activar su ubicación y al usuario visualizar la ubicación de la persona que está requiriendo ayuda. Por lo que el prototipo del diseño de la interfaz se ha elaborado con el propósito de que sea intuitiva y simple, pero a la vez potente y capaz de cubrir los requisitos de las personas con discapacidad (ver figuras 4 y 5):

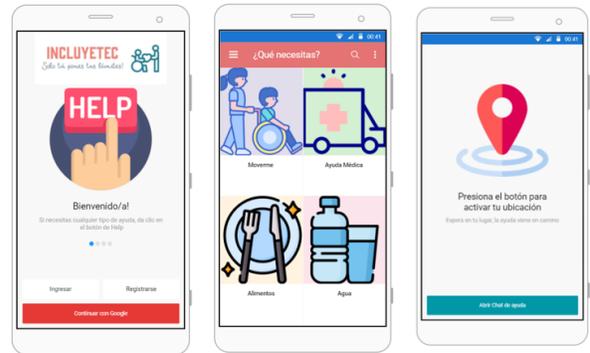


Fig. 4. Pantallas no funcionales del proyecto.

También tiene un chat que ayuda a tener comunicadas de forma directa a las personas que requieren de algún apoyo o ayuda.

Para hacer uso de la aplicación solo tienen que presionar el botón de HELP y seleccionar el tipo de ayuda que requieren, deberá activar su ubicación y la notificación les llegara a los usuarios que estén disponibles para ayudarles, se desplazaran a donde se encuentre la persona que solicito la ayuda y les marcara la ruta de traslado y el tiempo en llegar.

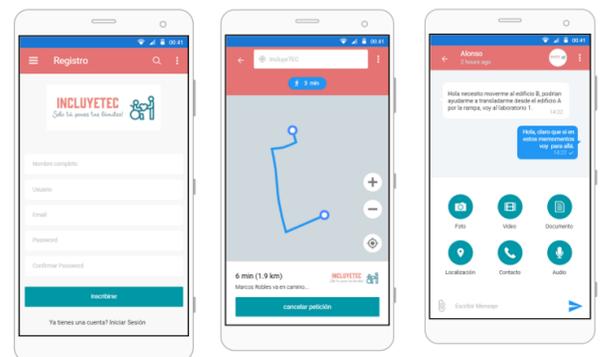


Fig. 5. Pantallas no funcionales del proyecto.

VII. CONCLUSIÓN

Este proyecto intenta la incorporación en la medida de lo posible de las personas discapacitadas en la sociedad a que realicen sus actividades con la menor cantidad de dificultades y limitantes, está destinado para las personas que asisten al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Zapotlanejo y no pueden desarrollar una actividad de manera normal porque las condiciones de la infraestructura no están adecuadas para su correcto desplazamiento por las mismas ya que padecen de alguna discapacidad. Haciendo uso de la aplicación móvil, el estudiante o personal académico que tenga alguna necesidad podrá solicitar ayuda a otros dispositivos móviles, por medio de la aplicación, ya sea para trasladarse dentro de las instalaciones, ayuda médica, de alimentos, para trasladarse al baño, etc. Por el momento solo se propone para el TecMM UA Zapotlanejo, pero se pretende, una vez aplicado, distribuirlo a otras unidades académicas del TecMM,

pudiendo también aplicarse en empresas y dependencias gubernamentales y asociaciones civiles.

REFERENCIAS

- [1] Discapacidad (2021) “Entendiendo la pobreza”. Grupo Banco Mundial, Entendiendo la pobreza [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disability#1>.
- [2] M. Álvarez, “Discapacidad, un pendiente por atender en México”, El Sol de México. 6 Septiembre 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.elsoldemexico.com.mx/mexico/sociedad/discapacidad-un-pendiente-por-atender-en-mexico-7177587.html>.
- [3] Gobierno de México (2015) “Norma Mexicana NMX R 025 SCFI 2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación” [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/inmujeres/acciones-y-programas/norma-mexicana-nmx-r-025-scfi-2015-en-igualdad-laboral-y-no-discriminacion>.
- [4] TecNM (2021) Tecnológico Nacional de México. [En línea]. Disponible en: <https://www.tecnm.mx/>.
- [5] Naciones Unidas (2015) “La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>.
- [6] Universidad de Alicante y Fundación Vodafone España (2021) “ListenAll”. [En línea]. Disponible en: <https://abilityconnect.ua.es/listenall>.
- [7] Be My Eyes (2021) Be My Eyes. [En línea]. Disponible en: <https://www.bemyeyes.com/language/spanish>.
- [8] Xataka Android (2020), “Google lanza Look to Speak, una aplicación que te permite hablar con tus ojos”, [En línea]. Disponible en: xatakandroid.com/productividad-herramientas/google-lanza-look-to-speak-aplicacion-que-te-permite-comunicarte-tus-ojos.
- [9] Red TUR4all (2021). Red TUR4all [En línea]. Disponible en: <https://www.tur4all.com/>.

Determinar un Modelo de Gestión y Transferencia de Conocimiento para que la Empresa BECCAR sea más Competitiva

M. R. Pérez Nuño^{#1}, A. B. Arias Arias^{#2}, S. A. Olivares Bautista^{*3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento Académico de Administración, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento Académico de Ingeniería en Gestión Empresarial, Unidad Académica Lagos de Moreno, Jalisco, México

¹raquel.perez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ²adelaida.a@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

³sandra.olivares@lagos.tecmm.edu.mx

Resumen— Con la inclusión de los conceptos de Industria 4.0 que viene a revolucionar los procesos productivos y por ende a trastocar los requerimientos del capital humano demandado por las organizaciones, en el caso particular, por BECCAR. Se replantea que el conocimiento hasta ahora generado en la empresa debe de ser capitalizado mejor, trascendiendo y llegando a ser más competitiva en la región donde la visión a corto y mediano plazo sea la permanencia de la misma en el Mercado.

Si bien ya vivimos la primera revolución industrial con la inclusión de la máquina de vapor, una segunda con la producción en masa, una tercera con la inclusión de las Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos productivos, ahora nos enfrentamos a una cuarta revolución con su gran novedad y baluarte que es la inclusión del internet a los procesos de producción.

Aprovechar el capital humano y el conocimiento que van generando a través de los años de trabajo dentro de la organización, podría significar una estrategia competitiva para capitalizar dicho conocimiento a través de la comunicación del mismo instaurando un marco de transferencia de conocimiento eficaz y eficiente para las empresas del sector de la manufactura del transporte de personas y, por ende, el ámbito automotriz.

Palabras clave— Capital humano, Industria 4.0, Transferencia de conocimiento, ventaja competitiva sostenible

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el elemento humano en la organización ha adquirido una gran relevancia. Pasamos a un paradigma donde al personal ya no se le identifica como recurso humano, sino capital humano, pues forma parte de los activos intangibles de la organización. La clave está en el conocimiento que tienen las personas que trabajan en la organización y cómo, a través de él, contribuyen a la prosperidad de la empresa. En este sentido es importante la habilidad de los grupos para aprender unos de otros y contribuir colectivamente a la solución de un problema y/o a la identificación de nuevas oportunidades de negocio [1]. En este contexto, hay que tener en cuenta que algunos recursos de las organizaciones son fáciles de transferir, mientras que el conocimiento, que suele ser tácito y estar basado en la organización, es más difícil de reproducir. las empresas deben

buscar la forma más eficiente y efectiva de gestionarlo. Para esto requieren saber qué conocimiento gestionar, cómo crearlo, transferirlo y utilizarlo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se realiza una primera aproximación empírica y se aplica la técnica de observación en la empresa BECCAR, cuya actividad principal es la fabricación de autobuses de transporte público y está ubicada en la ciudad de Zapotlanejo, Jalisco la cual manifiesta que su personal no se involucra con la organización más allá de lo que les corresponde hacer, y hacen sus propios cotos de conocimiento por temor a que otro les pueda quitar su puesto de trabajo.

BECCAR a raíz de la pandemia ha presentado una alta rotación de personal pues por baja de producción tuvo que descansar personal y despedir a otros tantos. Esta rotación le ha afectado en que las personas llegando al nuevo puesto de trabajo y no contando con manuales ni inducción se vuelven improductivas pues quien debió de dejar el “conocimiento” de una manera explícita ya no está. Cabe señalar que ese conocimiento se generó dentro de la empresa por personal que en su momento sirvió a la empresa. Añadiendo a esta limitante el que no existe un sistema de comunicación eficiente y manuales actualizados, a través de los cuales se pueda retener, transferir, gestionar y utilizar el conocimiento como ventaja competitiva

Por tal motivo se buscarán estrategias que se plasmen en modelos que faciliten a los colaboradores, en la actividades productivas y administrativas de la empresa, la generación y la transferencia del conocimiento relacionado con aquellas actividades o procesos que le añadan valor a la organización. El siguiente paso es sustentar teóricamente los hallazgos encontrados en la etapa empírica y con base a un análisis documental, cruzar información empírica y teórica para proponer un modelo de gestión y transferencia de conocimiento en la empresa BECCAR.

III. OBJETIVO GENERAL

Analizar la empresa BECCAR para determinar y proponer el modelo de gestión y transferencia de conocimiento pertinente para que sea más competitiva, cimentado su

crecimiento en el conocimiento propio que genera cada miembro que conforma dicha empresa.

Objetivos específicos:

- Revisar la literatura existente en relación a gestión y transferencia de conocimiento y que puede replicarse en las empresas de nuestro entorno.

- Diagnosticar e identificar los elementos de su sistema de comunicación, así como la forma en que se transfiere el conocimiento entre el personal de la organización.

- Proponer un modelo de gestión y transferencia de conocimiento con sus respectivas recomendaciones para poder implementarlo.

IV. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se enfocará en analizar, a través de diferentes fuentes teóricas, así como de una aproximación empírica, a ponderar la importancia de promover una cultura de generación y transferencia de conocimiento, a través de modelos funcionales, para apoyar a las empresas de nuestra zona de influencia.

El proyecto parte del caso de la empresa, BECCAR, con la que se tiene convenio de colaboración y donde muchos de los alumnos realizan sus residencias profesionales; el sector de la industria de la transformación que está migrando a incluir en sus procesos los paradigmas de industria 4.0 cumple claramente con los requisitos, ya que es un sector que estará en constante evolución y adaptación al entorno tecnológico para ofrecer nuevos productos y servicios.

Además, cabe señalar que, con base a estados del arte consultados al respecto, no hay evidencia de que en Zapotlanejo se haya hecho una investigación de esta índole. Es muy conveniente hacerla pues todavía nuestra industria está a tiempo para sumarse a este nuevo paradigma de gestión y transferencia de conocimiento que permita responder competitivamente a los retos que está implicando la industria 4.0 y pueda hacer las adaptaciones que sean necesarias, tanto a nivel tecnológico, como a nivel administrativo, pero sobre todo en la gestión y transferencia del conocimiento, para que sean más competitivas no sólo en el mercado nacional sino también internacionalmente. Además, socialmente impactará pues se mejorarán y profesionalizarán los perfiles de los trabajadores. Con ello se propondrá una nueva manera de gestión que responda al contexto actual. Se logrará la optimización de los procesos a través de la inclusión de las tendencias tecnológicas aplicadas a la manufactura a la medida y posibilidades de cada una de las empresas.

V. REVISIÓN TEÓRICA

El capital humano es un recurso intangible que desempeña un papel fundamental en el aumento de la productividad, la promoción de la innovación y, por ende, la competitividad. Su naturaleza única le confiere características distintivas que lo

diferencian de cualquier otro recurso. Indudablemente, el éxito de cualquier organización está estrechamente ligado al rendimiento de todas las personas que forman parte de ella, sin importar su posición jerárquica, ubicación o condición. Son estas personas quienes poseen habilidades, conocimientos, relaciones sociales, actitudes, valores, entre otros aspectos, y son ellas quienes deciden cómo, cuándo y dónde utilizarlos.

El capital humano representa una fuente de ventaja competitiva para las organizaciones. Por lo tanto, las empresas deben cada vez más reconocer el valor que los individuos aportan a la organización y buscar potenciarlo. Del mismo modo, también deben aumentar el valor que la empresa proporciona a sus empleados, con el objetivo de atraer a los mejores talentos y reducir el riesgo de perder un activo tan importante como el capital humano. Y una manera de generar tal valor es a través de reconocer lo que genera a la empresa a través del conocimiento que surge a lo largo de desarrollo de su trabajo dentro de la organización. [2]

Las empresas deben buscar la forma más eficiente y efectiva de gestionar el conocimiento dentro de la organización, para esto requiere saber qué conocimiento gestionar, como crearlo, transferirlo y usarlo. Hablaríamos de una TRANSFERENCIA cómo transferir el conocimiento que se genera en aquellas actividades o procesos que le dan ventaja competitiva a la organización. [3]

Muchas veces se tiene la creencia que nuestros trabajos de investigación tienen mucho más impacto si se aplican en empresas grandes y nos olvidamos de trabajar por la pequeña y mediana empresa. Esta situación ha prevalecido porque generalmente las empresas grandes cuentan con mayor número de activos basados los conocimientos generados por su personal, pero las pymes necesitan generar esa cultura de capitalizar su conocimiento en beneficio de su productividad y en la generación de una ventaja competitiva sostenible, a largo plazo y que resulte difícil de copiar. [3]

La transferencia se entiende como un proceso mediante el cual una unidad de la compañía (por ejemplo, un grupo, departamento o división) es influida por la experiencia de otra.[4] y lo describen como un procedimiento organizado sistemáticamente para el intercambio de información y habilidades, y consideran una transmisión exitosa aquella por la cual la unidad receptora acumula y asimila nuevo conocimiento.[5]

La transferencia de conocimiento sirve a la organización para “recrear y mantener un conjunto complejo y causalmente ambiguo de rutinas en una nueva configuración” [6], Cabe señalar que la transferencia del conocimiento puede ser resultado del tipo de conocimiento que se desea transferir y sus atributos [4]. Este conocimiento, a su vez, depende de la forma en que la empresa lo ha generado, Además, ambos procesos, generación y transferencia del conocimiento, se apoyan en una serie de variables contextuales. [5].

Ha sido relativamente poca la investigación desarrollada respecto de los elementos que permitan generar una ventaja competitiva sostenible, fundamentada en los procesos de

transferencia de conocimiento tácito intra-organizacional y aún no se han identificado, de manera plena, los factores o limitantes de tales procesos [7], [8].

El concepto conocimiento ha sido investigado en disciplinas como la filosofía, la sociología, la psicología y las ciencias sociales ([9]). Los estudios han puesto una especial atención en el papel de este activo intangible dentro de las organizaciones, y gran parte de esta investigación se ha enfocado en la administración y desarrollo de los recursos basados en el conocimiento y, de manera particular, en la relación entre ventaja competitiva y este activo intelectual [10], [11]. El conocimiento organizacional se integra con las competencias de las personas que laboran en una empresa, conjuntamente con los principios de organización a través de los cuales las relaciones entre individuos, grupos y miembros de una red industrial son estructurados y coordinados [12].

El conocimiento de la empresa debe entenderse como un producto socialmente construido, cimentado en la organización de sus recursos humanos [13]. Las personas son fuente y medio para crear y transmitir conocimiento tácito, pero la base de aprendizaje y el conocimiento tácito organizacional, no es simplemente el resultado de sumar o agregar el conocimiento individual de sus empleados [14].

Esencialmente los sistemas de gestión del conocimiento se encuentran enraizados en las interacciones sociales, y reciben apoyo de la tecnología para procesar el conocimiento y darle sentido. Es importante precisar que la tecnología no puede visualizarse como una respuesta absoluta a las actividades para gestionar conocimiento, ya que únicamente es una herramienta que da soporte al desarrollo de estas [15].

VI. RESULTADOS

Se presentó un diagrama de flujo a la empresa a través del cual se sintetiza de una manera práctica y eficiente el cómo transferir el conocimiento dentro de la empresa (ver fig. 1).

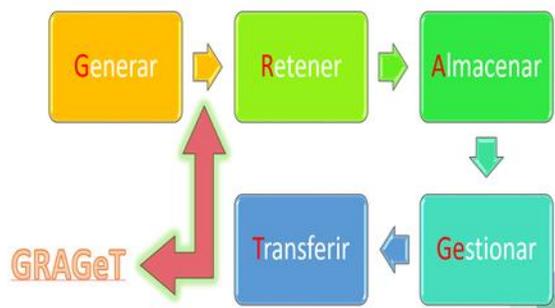


Fig. 1 Modelo de gestión y transferencia de conocimiento. Diseño propio.

Junto con ello se presentaron una serie de recomendaciones necesarias para lograr que el modelo propuesto se pueda aplicar en su contexto empresarial. Para que pueda la empresa gestionar y retener el conocimiento es necesario implemente las siguientes acciones:

1. Actualizar e implementar manuales organizacionales como medio físico para documentar, retener y transmitir el conocimiento que se genera en las áreas de la empresa.
2. Evaluar, por lo menos, una vez al año el desempeño del personal con el que cuentan para poder medir la eficiencia y el crecimiento del personal dentro de la misma organización y disminuir la rotación del mismo.
3. Ofrecer al personal programas de formación continua que le permitan mejorar sus perfiles ya sea accediendo a programas de licenciatura, maestría o doctorado.
4. Propiciar los círculos de transferencia de conocimiento por lo menos una vez al mes, entre pares para que a través de este ejercicio de análisis de buenas prácticas mejoren el desempeño del equipo.
5. Utilizar los medios tecnológicos e informáticos disponibles para almacenar y poner así a disposición del personal el conocimiento que se va generando para transferir.
6. Diseñar cursos de actualización continua, fruto de su experiencia del conocimiento que generan, para que su personal participe y se actualice constantemente en las nuevas tendencias que supone la industria 4.0.
7. Promover en el personal el acceso a MOOCS (Cursos masivos en línea) los cuales son gratuitos e incentivar a los trabajadores que los tomen para su mejora continua.

VII. CONCLUSIONES

Con base a lo revisado al día de hoy y que se presenta en este artículo cabe señalar que sobre el tema de gestión y transferencia de conocimiento se ofrecen varias vías para abordar esta pertinencia de trabajarlo para las organizaciones de nuestro entorno, resolviéndoles problemas para que en los contextos actuales en los cuales se desenvuelven las industrias puedan generar, transferir y retener el conocimiento que se produce dentro de las mismas.

El aprovechar el capital humano y el conocimiento que ellos mismos poseen, ya sea porque lo traen de sus experiencias anteriores o lo han ido adquiriendo dentro de la empresa, es un recurso que sin duda le puede añadir un valor difícil de copiar a la misma empresa proporcionándole una buena ventaja competitiva sostenible.

Los retos que supone el orientar el esfuerzo de la gestión del capital humano como agentes de conocimiento es grande pues se necesitan generar los marcos de comunicación interna y también con los agentes externos que entran en contacto con la empresa, independientemente si son del ámbito industrial, como de servicios y comercialización.

Es en oportunidades como estas donde la vinculación que se dé entre las instituciones educativas, centros de investigación y empresas es crucial pues lo vivido en este

último año ha dejado huella y una serie de cuestionamientos de cómo afrontar las dificultades cuando tienes que cerrar la empresa, mantener tu fuerza de trabajo, seguir produciendo, pero con una serie de restricciones.

Nuestras sociedades industriales modernas nos están empujando a hacer cambios significativos en los procesos y esquemas de producción donde la tecnología promovida por I 4.0 está tomando un papel relevante, pero si se sabe aprovechar y poner en práctica la buena comunicación en las organizaciones, y así generar actividades estratégicas para la gestión y transferencia de conocimiento donde se enseñe al personal la importancia de adaptarse a los cambios; entonces, se podrá ser mucho más competitivo y esta gestión y transferencias de conocimiento convertirse en un medio para mitigar los impactos que va teniendo la situación actual y evitar a las empresas que en un corto plazo desaparezcan del mapa de los negocios de nuestra región.

REFERENCIAS

- [1] L. E. Zapata Cantú, "Los determinantes de la generación y la transferencia del conocimiento en pequeñas y medianas empresas del sector de las tecnologías de la información de Barcelona," Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, 2004 [En línea] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10803/3955>
- [2] M. Valencia Rodríguez, "El capital humano, otro activo de su empresa," *Entramado*, Vol. 1 (2), pp. 20-33, 2005 [En línea] Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/12942>.
- [3] I. Nonaka, and H. Takeuchi. *The Knowledge Creating Company*. Oxford University Press, 1995.
- [4] L. Argote, and E. Fahrenkopf, "Knowledge transfer in organizations: The roles of members, tasks, tools, and networks," *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 136, pp. 146-159 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2016.08.003>.
- [5] P. Wang, T. W. Tong, and C. P. Koh, "An integrated model of knowledge transfer from MNC parent to China subsidiary," *Journal of World Business*, Vol. 39(2), pp. 168-182, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2003.08.009>.
- [6] G. Szulanski, "Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm," *Strategic Management Journal*, Vol. 17(52), pp. 27-43, 1996. <https://doi.org/10.1002/smj.4250171105>.
- [7] H. M. Kamesh, and D. R. Jolly, "Knowledge transfer in alliances: determinant factors," *Journal of Knowledge Management*, Vol. 12(1), pp. 37-50, 2008.
- [8] J. Rhodes, R. Hung, P. Lok, B. Ya-Hui Lien, and C. M. Wu, "Factors influencing organizational knowledge transfer: implication for corporate performance," *Journal of Knowledge Management*, Vol. 12(3), pp. 84-100, 2008. <https://doi.org/10.1108/136732708108758860>
- [9] H. Evanschitzky, D. Ahlert, G. Blaich, and P. Kenning, "Knowledge management in knowledgeintensive service networks. A strategic management approach," *Management Decision*, 45(2), pp.265-283, 2007. <https://doi.org/10.1108/00251740710727287>.
- [10] J. M. Bloodgood, and J. L. Morrow, "Strategic organizational change: exploring the roles of environmental structure, internal conscious awareness and knowledge," *Journal of Management Studies*, 40(7), pp.1761-1782, 2003. <https://doi.org/10.1111/1467-6486.00399>.
- [11] M. R. García. *La generación de ventajas competitivas en las nuevas empresas tecnológicas: aportes desde el enfoque relacional y la teoría del aprendizaje organizativo*. Cáceres: Ediciones La Coria Fundación Xavier de Salas, 2001.
- [12] U. Zander, and B. Kogut, "Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test," *Organization Scienc*, Vol. 6(1), pp. 1-145, 1995. <https://doi.org/10.1287/orsc.6.1.76>.
- [13] B. Kogut, and U. Zander, "Knowledge of the firm, combinative capabilities and replication of technology," *Organization Science*, Vol. 3(3), pp. 301-441, 1992. <https://doi.org/10.1287/orsc.3.3.383>.
- [14] J. Howells, "Tacit knowledge, Innovation and Technology Transfer. *Technology Analysis & Strategic Management*, 8(2), pp. 91-106, 1996. <https://doi.org/10.1080/09537329608524237>
- [15] K. Y. Wong, and E. Aspinwall, "An empirical study of the important factors for knowledge-management adoption in the SME sector," *Journal of Knowledge Management*, 9(3), pp. 64-82, 2005. <https://doi.org/10.1108/13673270510602773>.

Implementación de una plataforma digital del Internet del comportamiento (IoB) en el sector gastronómico

Etapa 1 – Estudio de campo El Grullo

V. Paz Robles^{#1}, G. Ramírez Pimentel^{*2}, O. R. Rojo Roa^{*3}, F. D. Pulido Valle^{#4}, C. J. González Pérez^{#5}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, Unidad Académica El Grullo, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería Informática, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

¹vidal.paz@elgrullo.tecmm.edu.mx, ²gramirez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx,

³osvaldo.rojo@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ⁴gr18071041@elgrullo.tecmm.edu.mx,

⁵gr18071117@elgrullo.tecmm.edu.mx

Resumen— En la actualidad muchos negocios de la industria alimentaria no habían entendido el propósito de estar presentes (y activos) en Internet. Que no es otro que el de vender y posicionar sus productos. Tanto de forma indirecta, comunicando y promocionando su marca, como de forma directa ofreciendo sus servicios a través de una tienda online (e-commerce) propia y/o de terceros.

Con base en lo mencionado anteriormente, se identificó la problemática que existe en el sector gastronómico que tienen deficiencias tecnológicas, las cuales ahora con la pandemia fueron notables, llegando a cerrar por varios días o meses afectando gravemente la economía de este sector. Buscado solucionar la problemática, se tiene como objetivo construir una plataforma digital por medio de la combinación de tecnologías, analítica de datos y ciencia del comportamiento, para hacer uso de la información que se tiene almacenada, logrando convertirla en conocimiento para la toma de decisiones para que su espectro sea más amplio para influir en el comportamiento de los consumidores de productos.

Con la finalidad de contar con elementos certeros para el logro del objetivo planteado, se procedió a realizar un estudio de campo sobre los entes restauranteros y/o gastronómicos del municipio de El Grullo, Jalisco; es necesario señalar que la plataforma busca operar en diversos municipios del estado de Jalisco..

Palabras clave— Internet del Comportamiento, Analítica de Datos, Innovación Tecnológica.

I. INTRODUCCIÓN

Maze [1], presenta un análisis del comportamiento de los restaurantes y los consumidores en la actualidad. Cada vez es más común ver que el comensal es el cliente de los servicios de reparto a domicilio y los restaurantes actúan como proveedor para los mismos. Por otro lado, el negocio on-premise o dentro del local se ha contraído y las personas priorizan comprar alimentos en los supermercados frente a visitar o pedir en un restaurante. Pero Maze incide en que la mitad de los consumidores usan los servicios de reparto de terceros (Deliveroo, Rappi, Didi Food, Just Eat, Grubhub,

Uber Eats, etc.) y que un tercio de los restaurantes recurren a ellos para mejorar su rendimiento.

II. CONTEXTO PREVIO

La industria restaurantera [2], además, ha sido uno de los principales sectores para la economía nacional total y uno de los generadores de empleo más importantes en las décadas recientes gracias a su relación directa con el turismo, que aporta cerca del 9% al PIB de México. Pero con lo vivido con el Covid-19 [3], el sector restaurantera, fue uno de los más golpeados ante las restricciones y cierres derivados por la pandemia que sufrió a nivel nacional el 17% de los empleos perdidos.

Mientras la economía mexicana total cayó 8.2% en 2020 por el paro de actividad que implicaron los confinamientos y restricciones, la contracción en la industria restaurantera fue tres veces más fuerte. En el año Covid-19 este sector presentó una caída de 29.3%, de acuerdo con cifras elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) en conjunto con la Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados (Canirac) [2]. Los restaurantes, bares, loncherías o cafeterías fueron de los primeros en cerrar sus puertas cuando el nuevo virus tocó el territorio mexicano por considerarse actividades no esenciales.

Por lo tanto, representantes de Gentera, Coca-Cola México y de la Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y de Alimentos Condimentados (Canirac), reunidos en el Expansión Summit 2021 [4], coincidieron en que la crisis generada por el coronavirus aceleró el cambio tecnológico que ya había iniciado desde antes, pero en el que no muchas compañías se habían sumergido y en menos de un año las empresas tuvieron que implementar servicios de entrega a domicilio, aprender nuevos modelos de negocio como las dark kitchens, migrar a menús digitales e invertir para fortalecer sus cadenas de suministro.

III. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto se determinó emplear el diseño no experimental concluyente, de tipo descriptivo y correlacional, ya que se llevará a cabo una investigación en las MIPYMES de la Cd. De El Grullo, Jalisco, la cual permitirá obtener información de forma precisa y objetiva en lo que se refiere a la percepción del Internet del comportamiento, además de la medición de variables, lo cual ayudará a establecer estrategias que las beneficien económicamente.

Es un diseño de sección transversal debido a que este estudio se realizará sólo una vez y en un periodo determinado de tiempo y no se investigará el cambio o evolución que presenten las MIPYMES al saber los resultados en cuanto a percepción del Internet del comportamiento en la ciudad.

Se decide utilizar este tipo de diseño porque en el presente estudio el objetivo es obtener información de la realidad actual que se vive en la ciudad de El Grullo, Jalisco en relación al Internet del comportamiento.

Se opta por utilizar la técnica de encuesta para obtener información, la cual se basa en el interrogatorio de los individuos, a quienes se les plantea una variedad de preguntas con respecto a su comportamiento, intenciones, actitudes, conocimiento, motivaciones, así como características demográficas y de su estilo de vida [5].

Se utiliza el método de encuesta de tipo personal, la cual consiste en entrevistas directas o personales con cada encuestado. Éstas, tienen la ventaja de ser controladas y guiadas por el encuestador, además, se suele obtener más información que con otros medios [5].

Se decidió emplear este tipo de encuesta porque es fiable la respuesta al conocer la persona que la contesta, en este caso los Gerentes de las MIPYPES o su homólogo; por otra parte, cuando se presentan dudas al cuestionario se pueden aclarar, y permite obtener datos secundarios del entrevistado.

A. Universo a estudiar

Para esta investigación se tomó como universo a las MIPYMES del sector restaurantero de la Cd. de El Grullo, Jalisco.

B. Muestra

Para este estudio donde queremos conocer el nivel de percepción de Internet del comportamiento, el elemento y unidad de muestreo son lo mismo, son las MIPYMES de la Ciudad de El Grullo, Jalisco.

La extensión se refiere a los límites geográficos y el factor de tiempo es el periodo considerado. En este caso es la Ciudad de El Grullo, Jalisco y fué en el mes de mayo de 2022.

Para la presente investigación se utilizará el tipo de muestreo tradicional porque se seleccionará toda la muestra antes de iniciar la recolección de datos. Será un muestreo sin reemplazo, debido a que una vez que se selecciona un elemento para incluirlo en la muestra, se retira del marco de muestreo, por lo que no puede elegirse de nuevo.

Además, será un muestreo probabilístico aleatorio simple, ya que las unidades se seleccionarán al azar siempre y cuando cumplan con el requisito de ser una MIPYME del sector restaurantero.

Se encuestaron 85 unidades económicas del sector restaurantero de la ciudad de El Grullo, Jalisco.

IV. DESCRIPCIÓN DEMOGRÁFICA

El Grullo se localiza al suroeste del estado de Jalisco y al oriente de la región de Autlán a la que pertenece. Sus coordenadas extremas son de los 19° 41' 30'' a los 19° 53' 50'' de latitud norte y de los 104° 19' 35'' a los 104° 53' 50'' de longitud oeste, con una altura de 800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Unión de Tula y Ejutla, al sur con Autlán de Navarro, al oriente con El Limón y Tuxcacuesco y al poniente con Autlán de Navarro, tomando como partida el cerro de los Ocho Robles. El municipio tiene una superficie de 142.05 km².

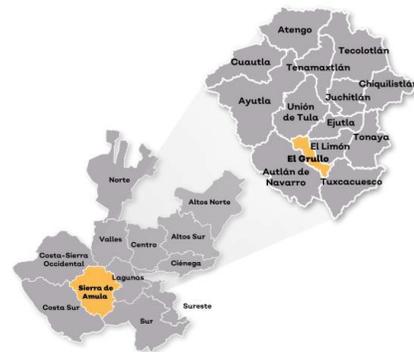


Fig. 2 Ubicación

V. ECONOMÍA

Conforme a la información del Instituto de Información Estadística y Geografía del Estado de Jalisco (IIEG, 2019), hasta abril de 2019 el municipio de El Grullo cuenta con 1,768 unidades económicas y su distribución por sectores revela un predominio de empresas dedicadas a los servicios, siendo estas el 44.57% del total en el municipio, seguido por entidades dedicadas al comercio con el 42.42%. El equivalente en número de empresas a 788 servicios y 750 comerciales.

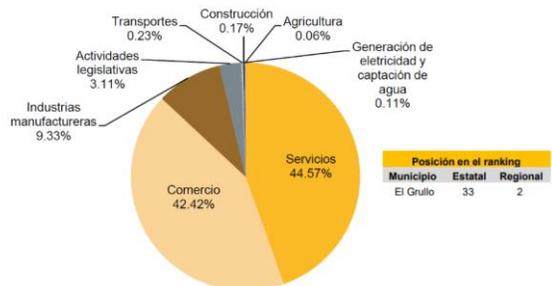


Fig. 3 Distribución de las unidades económicas de El Grullo a abril 2019

De acuerdo con la clasificación de empresas del INEGI (2019) por número de empleados en el sector comercial, se considera micro empresa al establecimiento que emplea hasta diez personas, pequeña empresa de once a treinta personas, mediana de 31 a 100 empleados y grande 101 a más personas, con base en esta clasificación, en el municipio de El Grullo predominan las micro y pequeñas empresas, siendo principalmente entidades de servicios y comerciales. En lo que corresponde al comercio, hasta abril de 2019 hay 728 microempresas, 15 pequeñas, 5 medianas y 2 grandes empresas comerciales.

Con base en las estadísticas del IIEG al 2020, el 64.4% de la población en El Grullo es económicamente activa, en su mayoría son hombres con el 78.4% y mujeres el 51.4%, por otro lado, el porcentaje de la población no económicamente activa es de 21.28% hombres y 48.45% mujeres, en los que se destaca que sus ocupaciones son principalmente las labores del hogar con el 47.06%, estudiantes 30.31%, pensionados 8.22% y personas con alguna discapacidad o dedicadas a otras actividades no económicas con el 14.39%.

VI. VÍAS DE COMUNICACIÓN

El municipio se encuentra en el primer lugar de la región Sierra de Amula, registrando un grado muy alto de conectividad en caminos y carreteras [6].

La transportación terrestre se efectúa a través de la carretera Guadalajara- Barra de Navidad entronque El Grullo, con una extensión de 9 kilómetros que continúa hasta Ciudad Guzmán. Cuenta con una red de caminos pavimentados, revestidos y brecha que comunican las localidades. Existe una aeropista de 40,000 metros cuadrados para recibir avionetas. La transportación foránea se realiza en autobuses directos y de paso. La transportación urbana y rural se lleva a cabo en vehículos de alquiler y particulares [6].

VII. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

El municipio de El Grullo, cuenta con correo, telégrafo, teléfono, fax, señales de radio, de televisión y radiotelefonía como medios de comunicación.

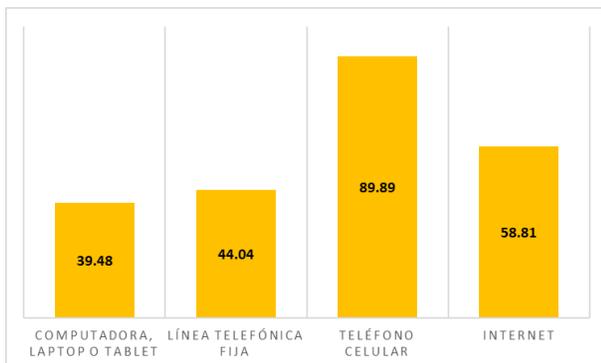


Fig. 4 Tecnologías de la Información y Comunicación en El Grullo

Al 2020 el 89.89% de la población cuenta con un teléfono celular, el 44.04% de las viviendas tienen teléfono fijo,

39.48% poseen una computadora, laptop o tablet y el 58.81% de los hogares cuenta con acceso a internet.

VIII. CONCLUSIONES

En lo que corresponde a las plataformas digitales que las empresas emplean para colocar sus productos, del 38.8% que usa plataformas, donde el 15.3% concreta sus ventas mediante Instagram y Facebook, el 12.9% solo mediante Facebook, 3.5% por WhatsApp y Facebook, 2.4% por Mercado Libre y Facebook, otro 2.4% por Amazon y Mercado Libre, finalmente otro 2.4% lleva sus ventas mediante su propia tienda en línea y Facebook, como se puede apreciar, las redes sociales son los principales canales de comercio electrónico para las MIPYMES.

Los negocios que ofrecen sus productos en línea usan las redes sociales como primer paso para tener una presencia digital, además de contar con página web del producto o por medio de plataformas como Mercado Libre o Amazon para lograr una mayor presencia [4].

IX. REFERENCIAS

- [1] S. De la Cruz-May y E. G. May-Guillermo, "Prácticas de innovación implementadas por las mipymes del sector restaurantero ante el COVID-19 en Tabasco, México". *Nova scientia*, 13(SPE), 2021. <https://doi.org/10.21640/ns.v13ie.2834>.
- [2] A. K. García, "La crisis de la industria restaurantera fue tres veces más profunda que la de la economía nacional". *Industria Restaurantera*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/La-crisis-de-la-industria-restaurantera-fue-tres-veces-mas-profunda-que-la-de-la-economia-nacional-20211029-0093.html>
- [3] Forbes (2020) "17% de los empleos perdidos son del sector restaurantero: CROC". [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/negocios-perdida-empleos-restaurantes/>
- [5] N. Malhotra. *Investigación de Mercados*. 5ª edición. México. Prentice Hall, 2008.
- [4] Expansión (2021) "La pandemia aceleró la digitalización de los pequeños negocios". [En línea]. Disponible en: <https://expansion.mx/empresas/2021/09/07/pandemia-acelero-digitalizacion-pequenos-negocios>.
- [6] IIEG Jalisco (2020) "Información Social y Demográfica. Principales características demográficas por municipio, 2020". [En línea]. Disponible en: https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=21718
- [7] Canales TI (2021), "Tendencias tecnológicas para restaurantes en 2021". [En línea]. Disponible en: <https://itcomunicacion.com.mx/tendencias-tecnologicas-para-restaurantes-en-2021/>
- [8] Forbes (2021), "IOB: el acrónimo que marcará tendencia en 2021". [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-iob-el-acronimo-que-marcará-tendencia-en-2021/>

Prototipo de Máquina CNC con Tecnología de Corte con Hilo de Nicromo para Cortar Poliestireno, Foam y Otros Termoplásticos

E. Chávez Medina^{#1}, A. B. Arias Arias^{#2}, M. R. Pérez Nuño^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Administración e Industrial, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

¹edgar.chavez@mascota.tecmm.edu.mx, ²adelaida.a@zapotlanejo.tecmm.edu.mx,

³raquel.perez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

Resumen— El objetivo era diseñar y construir una máquina CNC con Tecnología de corte con hilo de nicromo para eficientar el proceso de corte de poliestireno, foam y otros termoplásticos. La necesidad de fabricación se convirtió en una prioridad, además de la precisión y reducir los inconvenientes como: falta de mano de obra calificada, mucho desperdicio y resultados no esperados, accidentes etc. Inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica sobre la programación CNC, el diseño se carga a una computadora que cambia el diseño en un código especial (numérico) que controla el funcionamiento del CNC. Finalmente se diseñó un prototipo de un CNC, una máquina que realiza un proceso de corte con alambre de nicromo que se calienta y sigue una secuencia lógica por medio de un Arduino que transforma los códigos de lenguaje a códigos máquina para que servomotores los interpreten en movimientos utilizando Gcode e Inkscape.

Palabras clave- Arduino, CNC, Código G, Hilo de Nicromo, Inkscape.

I. INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco las innovaciones tecnológicas eran promovidas únicamente por las grandes empresas manteniendo así su estatus, sin embargo, en la actualidad el uso de tecnología de punta está en nuestro cotidiano vivir, y abarca el ámbito industrial y empresarial, donde los progresos tecnológicos cada día nos muestran nuevas metodologías para optimizar los procesos, mejorar los productos y los servicios [1]. La máquina - herramienta se presenta de manera fundamental en el desarrollo tecnológico de la sociedad y es requerida en todas las facetas de la misma.

En las microempresas, como las papelerías, la comercialización de productos de poliestireno, foam y otros termoplásticos se desarrolla de manera artesanal, lo que trae como consecuencia a la hora de cortar diferentes figuras estas quedan irregulares, se producen mermas al cortar, se produzcan heridas en las manos y se convierte en un proceso más lento. Por ello, que se busca el diseño y prototipo de un CNC, una máquina que realice un proceso de cortado con un alambre de nicromo que se calienta y sigue una secuencia lógica por medio de un Arduino que transforma los códigos de lenguaje a códigos máquina para que los servomotores los interpreten en movimientos, G-code e Inkscape.

II. JUSTIFICACIÓN

En este momento en el mercado, demandan que se practiquen requerimientos complejos, casi imposibles de alcanzar por métodos convencionales de manufactura. El realizar cortes de piezas de poliestireno, foam y otros termoplásticos con precisión y calidad se ha vuelto una necesidad, por lo que hoy en día la utilización de máquinas CNC y el conocimiento para manejarlas se ha vuelto de suma importancia [2], por lo que al estudiar la ingeniería Industrial, que esta relacionada con el campo de estudio de la manufactura, debe tener el antecedente del manejo de una máquina de control numérico por computadora con tecnología de corte con hilo de nicromo para cortar poliestireno, foam y otros termoplásticos, la ventaja del empleo de este tipo de corte térmico es su aceptable acabado superficial y su rapidez de corte lo cual permite realizar cortes muy limpios, finos y de gran precisión.

El Nicromo, es un material que alcanza temperaturas elevadas de hasta 1450° C. en un instante, es más rápido en calentarse lo que trae como consecuencia una expansión térmica de 20°C. a 100° C. en un minuto a la hora de realizar el corte, y por su aleación de Níquel y Cromo lo hace resistente a la corrosión que genera un corte limpio y sin mucho esfuerzo en espumas o esponjas; además se puede adaptar a los limitantes que tenga su fuente de alimentación convirtiéndolo en una de las mejores opciones para dicho tipo de corte [3]

III. OBJETIVO

Diseñar y construir una máquina CNC con tecnología de corte con hilo de nicromo para eficientar el proceso de corte de poliestireno, foam y otros termoplásticos.

IV. MARCO TEÓRICO

El control numérico por computadora (CNC) es un sistema que permite controlar en todo momento la posición de un elemento físico. El CNC controla síncronamente en diferentes ejes para ejecutar. Las técnicas para la generación de ruta de herramientas en trayectorias multidimensionales han evolucionado para hacer uso de las herramientas CNC.[4].

En términos generales, G-code es un lenguaje mediante el cual las personas pueden decir a máquinas herramienta controladas por computadora qué hacer y cómo hacerlo. Esos "qué" y "cómo" están definidos mayormente por instrucciones sobre a dónde moverse, cuán rápido moverse y qué trayectoria

seguir. De esta forma, es posible especificar una secuencia de comandos que debe ejecutar la máquina que implemente el control numérico computarizado [5].

Por otro lado, Inkscape es una herramienta de dibujo libre y multiplataforma para gráficos vectoriales SVG. Inkscape se encuentra desarrollado principalmente para el sistema operativo GNU/Linux, pero es una herramienta multiplataforma que funciona en Windows, Mac OS X, y otros sistemas derivados de Unix [6]

El corte de unisel y foam mediante hilo caliente Nicromo: Un material llamado nicrom, es una aleación de níquel al 80% y cromo al 20 %, elemento utilizado para transferir calor a procesos que lo requieran [3]. El corte por hilo caliente funciona mediante el uso de un filamento de aleación de 80% níquel y 20% cromo [7] comercialmente conocido como nicromo, con calibre de clasificación de la American Wire Gauge (AWG) a través del cual circula una corriente eléctrica provocando el aumento de temperatura.

Velocidad de corte del hilo de nicromo: Los polímeros, al no ser resistentes al calor tienden a degradarse en presencia de este, lo cual hace al hilo de nicromo ideal para el corte de polímeros, la velocidad de corte depende de la densidad del polímero, siendo para el poliestireno 1cm/s. [8].



Fig. 1. Hilo de **nicromo**. Fuente: **Masfarne.com**

V. DESARROLLO DEL PRODUCTO

Esta máquina básicamente está hecha de una estructura de PTR de 3/4 para que soporte la cavidad. (ver fig. 2)



Fig.2. Estructura de PTR de 3/4 calibre 18

A este material se le hizo un análisis de carga para que soportara los motores a paso, el gabinete y los husillos, y se realizó una prueba de carga de 50 N.

Para que la máquina traduzca esos movimientos se necesitan 2 programas: un programa ejecutor que manda las señales de los códigos G y un programa que permita modificar y editar una imagen para que quede la pieza de manera correcta. Estas secuencias son como un árbol de acciones, cada una contiene líneas de programación para el programa de códigos G que deben ser programadas o por defecto eliminarse, para dar forma al cuerpo del post procesador [9].

Se utilizó un software que es llamado G-code que es el que envía la indicación de qué es lo que tiene que hacer la máquina. La máquina lo recibe por medio del Arduino y este traduce los códigos G a pulsos mecánicos y estos a su vez mueve los servomotores. En la fig. 3 se puede apreciar un conector de USB que es la comunicación del Arduino con el programa de G-code [8].



Fig. 3. Transformador de resistencia de nicromo, arduino y colector de señales para motores a pasos

Se requiere del programa Inkscape que se encarga de convertir una imagen normal de un dibujo a un formato que se conoce como vector. (ver fig. 4)

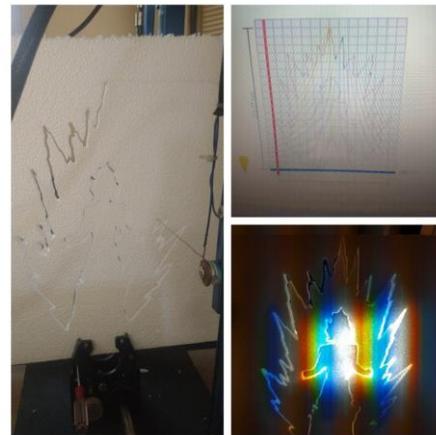


Fig. 4. Pantalla de software y producto final

Ya convertida en vector se manda directamente al programa de Gcode que es el que envía la información. (ver fig. 5)

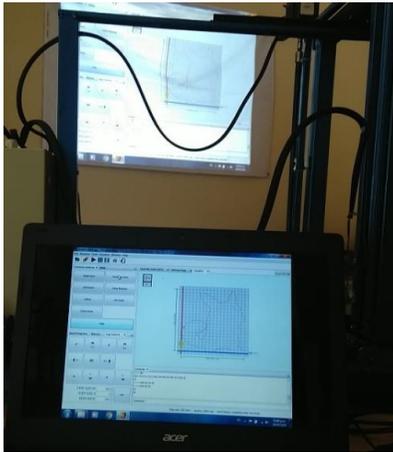


Fig. 5. Interface de software Gcode universal

Se coloca la pieza en una prensa que está en el medio de la máquina. (ver fig. 6)



Fig. 6 Prensa sujetadora de foam

Se pone en una posición de inicio y se le da play al programa de Gcode y ejecuta el programa cortando la pieza a la forma deseada. (ver fig. 7)



Fig. 7. Producto terminado

Ya terminada la pieza se apaga una resistencia que es la que prende al hilo de nicromo y se retira la pieza.

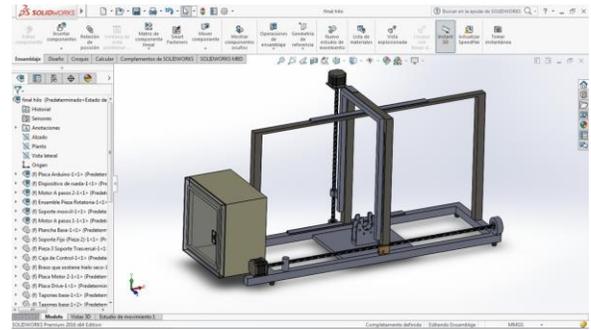


Fig. 8. Dibujo esquemático

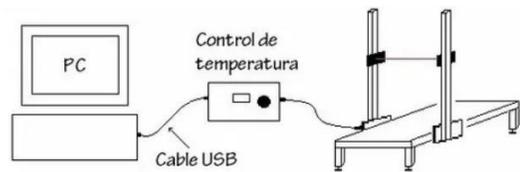


Fig. 9. Diagrama de conexiones

VI. RESULTADOS

El diseño de la máquina se realizó en SolidWorks y se obtuvo una máquina a bajo costo con un precio no mayor a \$4,500 pesos mexicanos, comparando algunas máquinas de la misma naturaleza en la industria éstas oscilan sobre \$25,000 pesos mexicanos. Ejemplo cortador CNC DE Hilo Caliente marca Univice modelo MHC30 con un costo de 37500.

Si tomamos los tiempos de fabricación por hacer alguna pieza aproximadamente en una medida de 20cm X 20 cm se tenía un tiempo estimado de 10 a 20 minutos por pieza, actualmente se tiene un tiempo estándar de 1 a 5 minutos por pieza, lo que mejora el tiempo de fabricación.

VII. CONCLUSIONES

Se comprobó que las CNC con tecnología de corte con hilo de nicromo para cortar poliestireno, foam y otros termoplásticos es una tecnología de última vanguardia, que puede realizar el corte o la estructuración de piezas pequeñas hasta el logro de realizar cortes para grandes estructuras como letras para carteles o piezas para máquinas, éstas ofrecen gran precisión y calidad, lo cual podría generar una gran demanda en el mercado actual. Se tuvo un aprendizaje satisfactorio de conceptos importantes como Código G, Arduino, etc [10].

Se obtuvo el menor riesgo en la intervención del operador ya que es automática. Y por tanto se evitan accidentes de posibles quemaduras

Se pudo definir de forma más adecuada el cómo construir dicho proyecto corrigiendo fallas o problemas de anteriores proyectos fallidos del CNC, esto en cuanto estructura del movimiento. Para poder programar los movimientos, se aprendió a utilizar programas como CNC control, Arduino,

Inskape, entre otros para poder desarrollar todo el programa y el formato de las imágenes para que pueda leerlo.

El haber diseñado y fabricado la máquina para cortar foam surgieron varios beneficios como es el coste del producto ya que está al alcance de cualquier persona.

Otro es la mejora del proceso, ya que se redujeron los tiempos y movimientos para fabricar los modelos de las diferentes piezas, esto se refiere a un 40% del tiempo que se tardaban cuando se realizaban manualmente.

Con esta máquina se disminuyeron los accidentes ya que al ser un proceso automatizado evitamos la intervención humana hasta un 80% y eso la hace que el riesgo por un accidente sea casi nulo.

El haber fabricado la maquina con tecnología de arduino, CNC, motores a pasos, y/con software libres, como lo son Gcode, Inskape que están al alcance de cualquier persona lo hace barato y fácil de usar y operar, esto genera un conocimiento muy práctico para la realización de cualquier tipo de máquina para resolver alguna problemática, con muy pocos recursos y con tecnología que está muy al alcance de la industria.

La utilización de un alambre de nicromo lo hace rápido en el proceso de corte y relativamente barato ya que es un material hecho de una aleación de cromo con níquel que se encuentra al alcance de cualquier persona.

Para finalizar y como conclusión se destaca que la realización de este proyecto ha tenido resultados favorables, con esfuerzo y dedicación se logró el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en tiempo y forma.

REFERENCIAS

[1] E. Fernández Sánchez y C. J. Vázquez Ordás “El proceso de innovación tecnológica en la empresa”, *Investigaciones*

- Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 2(1), pp. 29-45, 1996 [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/187718.pdf>
- [2] J. R. Suasti Salazar, “Desarrollo de un procedimiento par la rectificación de matrices en tornos CNC utilizando sistemas CAD/CAM y su aplicación para solucionar un problema industrial”, Tesis de Maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2006 [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/13133>
- [3] Hotwiresystems (2013), “Alambre de Nicromo” Strongest in Estonia, Estonia. [En línea] Disponible en <https://www.hotwiresystems.com/nichrome-wire-hot-wire-foam-cutters/>
- [4] J. Madison. *CNC Machining Handbook*. Industrial Press Inc., New York, 1996.
- [5] R. R. Chang Papa, “Diseño e implementación de una máquina fresadora CNC para la fabricación de placas de circuitos impresos”. Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2015 [En línea]. Diosponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1117>
- [6] A. Wernicke, “Programa de manipulación de imágenes de GNU”.
- [7] E. A. Avallone. *Manual del ingeniero mecánico*. 9na edición. McGraw Hill, 1995.
- [8] V. Gómez López, “Diseño, prototipado y validación funcional de una CNC de porex de 4 ejes”. Tesis de Licenciatura. Universitat Politècnica de Catalunya, España, 2019.
- [9] P. Vicente y S. Ginés, “Integración de sistemas CAD/CAM”, *Integración de máquinas medidoras por coordenadas en entornos CAD/CAM*. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia, 2008. [En línea]. Diosponible en: http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/146/3_CAD_CAM.pdf
- [10] G. I. Oña Quiroz y W. I. Sarmiento Tapia, “Diseño y construcción de un equipo de manufactura aditiva por láminas de espuma poliestireno”. Tesis de licenciatura. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2015.

Impacto del TPM Aplicado en Empresa “Fabricación y Mantenimiento Kiko Pérez” en Capilla de Guadalupe los Altos Jalisco

A. X. Ibarra Castillon^{#1}, H. Pérez Martín^{#2}, C. Beltrán Hernández^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería Industrial, Unidad Académica Arandas, Jalisco, México

¹arturo.ibarra@arandas.tecmm.edu.mx, ²horacio140399@gmail.com

³celina.beltran@arandas.tecmm.edu.mx

Resumen—El Mantenimiento Productivo Total también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance) consiste en una serie de actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se llevan a cabo cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades antes que se materialicen fallas y se realiza bajo actividades ordenadas de forma estratégica. El instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) define el TPM como un sistema orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas. Toda empresa exitosa por más pequeña que sea requiere que su proceso productivo sea controlado y de la misma forma el mantenimiento, el cual se necesita controlar para un óptimo nivel de calidad en producción, pero la falta de motivación al personal y diversos factores como la falta de un plan de mantenimiento y el no tener indicadores en el proceso de mantenimiento, imposibilitan dicho control, traduciéndose en un impacto directo económico a la empresa con serios problemas, incluso para el momento de solicitar algún reemplazo de equipo, debido a que no se tienen un control sobre las incidencias o de alguna forma medible sobre los equipos.

Palabras clave —cero accidentes, cero fallas, estratégica, impacto plan de mantenimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como propósito la implementación del TPM dentro de la empresa Fabricación y Mantenimiento Kiko Pérez, de tal forma que se lleve a cabo un mantenimiento productivo total por parte del personal que labora en esta y que consecuentemente aumente tanto la calidad de los procesos, la seguridad de los trabajadores y la producción de esta empresa a través de dicha metodología de trabajo.

El TPM como mantenimiento productivo total es una función no sólo del personal de mantenimiento sino de todo el personal implicado en el proceso productivo. Esto exige un reparto de las funciones por distintos niveles, desde el operario directamente implicado con el equipo, pasando por el personal tradicionalmente responsable del mantenimiento, hasta los

responsables de definir equipos. En resumen, todos los miembros de la planta, incluyendo la dirección tienen que estar implicados [1].

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que permiten mejoras en la competitividad de la organización industrial o de servicios. El instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) define el TPM como un sistema orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas [2].

Para llevar a cabo este proyecto, se indagó si la empresa contaba con un manual o proyecto de mantenimiento productivo total, a lo cual se dio cuenta que no contaba con este. Al indagar sobre la presencia de TPM en empresas pequeñas y medianas en la zona geográfica de la región de los altos de Jalisco es posible afirmar que no cuentan con el desarrollo de este ya que no se encontró documentado que alguna de ellas lo tenga, mientras que desde otra perspectiva, existen abundantes publicaciones de estudios teóricos y empíricos correspondientes a trabajos de empresas grandes a nivel nacional e internacional. Por esta razón, se consideró de manera fundamental la realización del presente estudio el cual permite conocer más sobre el impacto de dicha metodología como filosofía de vida en las empresas pequeñas y ampliar más el estado del arte con respecto al Mantenimiento Productivo Total.

Toda empresa exitosa por más pequeña que sea requiere que su proceso productivo sea controlado y de la misma forma el mantenimiento, el cual se necesita controlar para un óptimo nivel de calidad en producción, pero la falta de motivación al personal y diversos factores como la falta de un plan de mantenimiento y el no tener indicadores en el proceso de mantenimiento, imposibilitan dicho control, traduciéndose en un impacto directo económico a la empresa con serios problemas, incluso para el momento de solicitar algún reemplazo de equipo, debido a que no se tienen un control sobre las incidencias o de alguna forma medible sobre los equipos.

A. Definición de TPM:

El TPM (Total productive maintenance), en castellano mantenimiento productivo total, es un conjunto de técnicas orientadas a realizar mantenimiento preventivo de los

equipos, por parte de los empleados, para minimizar los tiempos de parada por avería. Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de los equipos, con el fin de mantenerlos en buen estado de funcionamiento [3].

B. Pilares del TPM

Por su parte Castillo flores toma de Jain, Bhatti & Singh (2015) que detalla los ocho pilares del mantenimiento productivo total de la siguiente manera:

- Mejora de equipos y procesos: enfocando en una clara manera la mejora deseada en los negocios.
- Mantenimiento autónomo: autogestión y control, Consiste en la conciencia de la filosofía TPM
- Mantenimiento planificado: planificación y control efectivos de mantenimiento, con planificación diaria y planificación de paradas.
- Relaciones personales que mejoran la educación y la capacitación, habilidades técnicas y de gestión de personas de mantenimiento y operadores.
- Manejo temprano de nuevo equipo: asistencia de personas de mantenimiento desde la concepción de nuevos proyectos o adquisiciones.
- Gestión de la calidad del proceso: establecimiento de un defecto cero programas.
- TPM en la oficina-eficiencia-participación de la administración en el programa TPM.
- Medio ambiente, seguridad e higiene: tratamiento de políticas de prevención de accidentes [2]. Figura 1

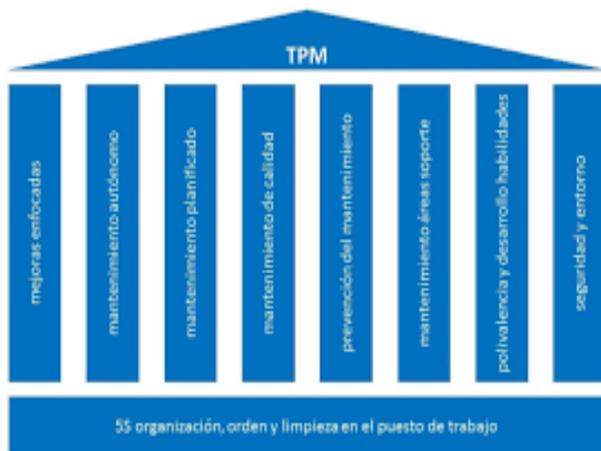


Fig. 1. Pilares del TPM [2].

II. JUSTIFICACIÓN

Debido a la alta demanda de trabajos de calidad y la situación actual mundial lleva a las empresas a revisar sus filosofías de trabajo, principalmente las de mantenimiento. Sin embargo, continuamente al incrementarse la competencia

y las empresas requieren reducir sus tiempos muertos de producción tanto como sus paros programados, para no perder productividad. Siendo esto que el TPM otorga una nueva forma de ver el mantenimiento, incorporado a los operarios en el mantenimiento primario de los equipos, realizando tareas tan simples como lubricación y limpieza, pero que reducen la carga en el área de mantenimiento, otorgando más tiempo para las reparaciones programadas. Junto a esto el TPM involucra a todo el personal en esta filosofía, cambiando la forma de pensar de las personas.

El presente trabajo se realizó en la empresa de Fabricación y Mantenimiento KIKO Pérez que está activa desde el año 2004 la cual se ubica desde sus inicios en Capilla de Guadalupe, Jalisco; dicha empresa está particularmente dedicada a la fabricación de equipos nuevos para la rama agro-industrial así como su reparación y mantenimiento de los mismos, mediante la fabricación de refacciones o en su caso diseño y construcción de piezas en el torno de equipos que fueron construidos por empresas del ramo.

Se consideró de manera fundamental la realización del presente estudio el cual permite conocer más sobre el impacto de dicha metodología como filosofía de vida en las empresas pequeñas y ampliar más el estado del arte con respecto al Mantenimiento Productivo Total en pequeñas y medianas empresas.

III. MATERIALES Y METODOS

Primeramente, se definieron las problemáticas resultando de la siguiente manera:

- Diseño del programa para el mantenimiento preventivo de las máquinas.
- Realizar la aplicación de las 5's para así poder tener más orden y limpieza en el área de maquinaria, herramientas, equipos y área de mantenimiento general de trabajos. Ver figura 2
- Proponer el uso obligatorio del equipo de protección personal.
- Control y registro del inventario en entradas y salidas de refacciones y materiales para la elaboración de piezas.
- Delimitar el área de cada máquina y de refacciones en almacén.
- Diseño del programa para el mantenimiento preventivo de las máquinas.
- Control y registro del inventario en entradas y salidas de refacciones y materiales para la elaboración de piezas.



Fig. 2. implementación de 5's

En base a los pilares de la calidad principalmente se enfocó en realizar e implementar las 5's Ver fig 3; para así poder tener más orden y limpieza en el área de maquinaria, herramientas, equipos y área de mantenimiento general de trabajos. Donde se busca disciplina y orden en los empleados e instalaciones de la organización ver fig 4 y 5, dos conceptos fundamentales para una correcta labor sobre el TPM.



Fig. 3. Ordenamiento y acomodo de la herramienta

Delimitar el área de cada máquina y de refacciones en almacén donde prevalecía la problemática principal.



Fig. 4. Malas condiciones eléctricas y de delimitación de áreas



Fig. 5. malas condiciones eléctricas y de delimitación de áreas

Con lo anterior se realizaron adecuaciones quedando de la siguiente manera.

Una vez terminada la primera parte se comenzó con un estudio basado en incidencias o casos frecuentes y mantenimientos históricos de los equipos en base a entrevista directa con los operarios, esto para tener un punto de partida en lo que se comenzara a trabajar, así como la forma de operar los equipos y el estado de cada equipo, determinando a cuáles se les prestara más atención o mayor enfoque por las repercusiones que nos presenta, clasificando los equipos de menor a mayor riesgo.

Una vez que se identificaron los equipos y procesos se comenzó a detallar la frecuencia o intervalos de los mantenimientos sugeridos por los manuales y los mismos técnicos de la empresa, puesto que hay variaciones algunas veces, por ello sugiere en el manual y la operación.

Todo este estudio finalizó con la elaboración del plan de mantenimiento de los equipos e indirectamente con las áreas y operadores que incluye tres actividades principales que son inspección, limpieza y mantenimientos ver fig 6. Esta forma de trabajo permitirá evitar paros innecesarios, un óptimo funcionamiento de los equipos, así como alargar la vida útil de los equipos y por consiguiente una mejora en calidad y productividad, traduciendo a menor impacto económico para la empresa.

Se implementaron formatos de control de mantenimientos para dar inicio con los procesos estandarizados.



Fig. 6. Mantenimientos preventivos realizados

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos se demostró que mediante la aplicación del mantenimiento productivo total [TPM] , y enfocándonos en la creación de un sistema de mantenimiento aplicando la estrategia de mantenimiento industrial de los equipos como estrategia de aplicación del TPM, se pudo mejorar la producción sin tener paros en el proceso de fabricado de piezas en un 90% debido a que el porcentaje restante es por falta de material el cual no está a tiempo para realizar los trabajos, dicha estrategia fue el resultado del análisis hacia el diagnóstico a la empresa, en el cual se explicó la forma en que apoya el área de mantenimiento y se observó la problemática que enfrentaba la empresa en todo lo referente a la falta del plan de mantenimiento, al implementar el plan de mantenimiento donde se diseñaron formatos de seguimiento. Ver Fig 7.

V. CONCLUSIÓN

El implementar el TPM en una empresa por pequeña que sea es de suma importancia específicamente por todos los problemas que se corrigieron que estos mismo eran peligros representados para los operadores, todos los materiales y piezas que se sustituyeron para así lograr obtener el resultado final que se obtuvo por dichos cambios en la empresa, siendo este un lugar seguro para llevar a cabo labores de trabajo y mantenimiento disminuyendo riesgos de posibles accidentes y dando mayor vida útil a la maquinaria

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la empresa FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO KIKO PEREZ ubicada en calle San Miguel 270, centro c.p 47700 Capilla de Guadalupe, Jalisco. Por permitir realizar proyectos necesarios en la industria.

Agradecimiento al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Por el apoyo hacia los maestros y alumnos en la realización de proyectos.

REFERENCIAS

[1] L. Cuatrecasas Arbos y F. Torrel Martinez. *TPM en un entorno lean management*. 1ra ed. Profit Editorial, Barcelona, España, 2010.

[2] A.L. Castillo Flores, L. G. Fernández García y L. A. Ángeles Resendiz, “Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas”, *Revista de Ingeniería Industrial*, vol. 2(4), pp. 29-35, 2018. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista de Ingeniería Industrial/vol2num4/Revista de Ingeniería% C3% ADa Industrial V2 N4 4.pdf

[3] M. Radajell Carreras. *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Ediciones Diaz de Santos. ISBN 8490523614, 2021.

CHECK LIST DE VERIFICACIÓN					
FECHA:	TURNO:	TORNOS MECANICO CONVENCIONAL	HORA:	HOJA:	de:
MAQUINA:			EQUIPO:	AREA DE PRODUCCION	
No.	ACTIVIDAD	CUMPLE		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	El nivel de aceite del motor tiene aceite.				
2	El nivel de aceite tiene suficiente.				
3	El nivel de aceite tiene suficiente.				
4	Las palancas de velocidades se mueven libremente.				
5	Las mordazas del plato independiente o (click) giran correctamente con la llave.				
6	El plato gira con suavidad.				
7	El porta herramientas sigue bien al barril.				
8	Las guías están lubricadas.				
9	Las mordazas de desplazamiento transversal y longitudinal se traban.				
10	El contrapunto se desliza adecuadamente sobre las guías.				
11	La bandeja está limpia (sin rebabas ni aceite).				
12	Distancia fija de aceite en el tapón de dren.				
13	Funciona el freno del carro principal.				
14	Funciona el freno del carro del contrapunto.				
15	El motor eléctrico hace algún ruido extraño.				
16	Las bandejas tienen sus ventanillas.				
17	El eje de la polea hace ruido o vibra.				
18	El barril del plato hace ruido extraño.				
19	Los tornillos se ven en buenas condiciones.				
20	Los cables de la caja de control eléctrico están dañados.				
21	El área de trabajo está limpia y sin obstáculos.				

Elaborado por: _____ Vu. Bo. _____

Firma: _____ Firma _____

Fig. 7. Forma de mantenimientos

Por lo que en la empresa Fabricación y Mantenimiento Kiko Pérez y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron positivos en el desarrollo formatos de control, manuales y cartas maquinas en la implementación general acorde a las necesidades de la empresa con base al mantenimiento [TPM] son viables y factibles para la mejora.



Fig. 8. Realizados los mantenimientos Preventivos

Aumento de la Eficiencia de los Paneles Solares Fotovoltaicos

S. Salazar Gómez^{#1}, S. Barajas Aranda^{#2}, V. Franco Becerra^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería Industrial, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

¹salvador.salazar@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ²salvador.barajas@zapotlanejo.tecmm.edu.mx,

³veronica.franco@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

Resumen—La eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos es muy baja debido a diferentes factores, uno de los principales es la temperatura. Se sabe que la temperatura de la tierra aumenta año con año, lo que representaría que disminuya aún más la eficiencia de los paneles. Hay reportes que, en el verano de 2019, las temperaturas en España alcanzaron 45° C, y la producción de energía de las instalaciones solares fotovoltaica se redujo entre un 4 y 5 % sobre la producción habitual de acuerdo con los reportes de la página energías renovables el periodismo de las energías limpias [1]. La temperatura que se aplica a un panel fotovoltaico genera una variación en la célula lo que lleva a un efecto importante en la tensión en circuito abierto (Voc) que es el máximo valor de tensión en extremo de la célula que se da cuando ésta no está conectada a ninguna carga, así el aumento de la temperatura de la tensión del circuito disminuye un poco el voltaje por cada grado centígrado que aumenta la temperatura, ello también depende del tipo de célula, pero en todas hay una disminución de voltaje.

Palabras clave—Eficiencia, Panel-solar-fotovoltaico.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se busca mejorar la eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos, ya que ésta es muy baja y oscila alrededor del 25% o menos eficiencia, en condiciones o con factores óptimos, si a esto le aunamos los diferentes escenarios que contribuyen a disminuir el porcentaje de eficiencia, como lo son el polvo alguna sombra y el factor de la temperatura eso por mencionar algunos.

Según la información proporcionada por los fabricantes en la ficha técnica de la empresa Ecoenergy, en los paneles se muestra las curvas de eficiencia donde en relación con la temperatura, esta empieza a bajar cuando, un panel solar trabaja en óptimas condiciones con temperaturas no mayores de 25°C a 30°C para no comprometer la eficiencia.

Se han buscado diferentes formas de aumentar la eficiencia como lo son los seguidores de sol o efecto girasol, lamentablemente esto conlleva diferentes mecanismos, componentes eléctricos y mecánicos, que, si logran aumentar la captación de sol, significaría en relación con el consumo tanto energético como de mantenimiento elevar los costos, esto hace que no sea recomendable o rentable.

Lo que se busca con este trabajo es que los elementos necesarios que permitan disminuir la temperatura en el panel, y que sean utilizados para no consumir más recursos eléctricos ni de mantenimiento, sea rentable y funcional.

Para poder reducir la temperatura del panel solar se pretende implementar dos pruebas, una con difusores de calor con paletas y otros con fluidos, los resultados obtenidos y analizados con el diseño de experimentos multifactorial nos permite incidir en cuál es el más rentable, no solo en la disipación de calor sino también en el análisis de costo beneficio contemplando las variables de producción y consumo energético.

II. ANTECEDENTES

Dentro de los paneles solares fotovoltaicos existe una baja de la eficiencia y para demostrarlo se mide la potencia (PMPP), “Curvas corriente-voltaje (IV)”. La eficiencia de conversión de una célula es expresada en (%). Cuanto más alto sea su valor, tanto mejor es el aprovechamiento de la irradiación solar global disponible. Se trata de un parámetro decisivo para el rendimiento económico de una instalación generadora FV. Si la eficiencia fuese baja, se necesitará, para el mismo rendimiento, de un área irradiada mayor. Por eso, para pequeñas áreas se deben seleccionar módulos con una excelente relación entre costo y eficiencia de conversión como se observa en la siguiente figura.

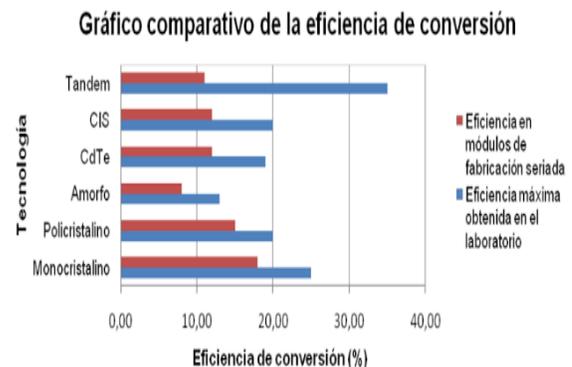


Fig. 1. Gráfico comparativo de la conversión [2].

Por amortización energética se entiende el tiempo en el cual la energía producida por un generador FV alcanza la energía empleada en su fabricación. Módulos FV de película fina presentan el mejor desempeño, amortizándose en dos o tres años figura 2. Instalaciones con células policristalinas necesitan de tres a cinco años para su amortización, y aquellas con células monocristalinas requieren de cuatro a seis años. Por ello, este tiempo depende, entre otros factores, de la eficiencia de conversión energética efectiva [3].

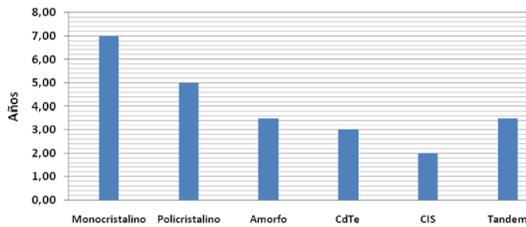


Fig. 2. Amortización energética [2].

El voltaje en vacío UOC (del inglés open circuit, circuito abierto) y la corriente de corto circuito ISC short circuit) son parámetros determinantes que deben ser considerados en el proyecto de una instalación generadora FV. La potencia nominal PMPP o PMax e los módulos FV es dada en Wp (watt pico). El término “pico” se refiere a potencia sobre condiciones de ensayo, que no corresponden directamente a aquellas de operación normal de la instalación generadora FV. No se trata tampoco de la potencia de célula o del módulo sobre radiación solar máxima figura 3, pero si es el valor de potencia bajo determinadas condiciones de radiación.

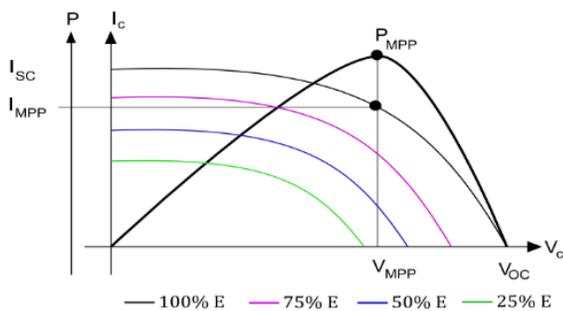


Fig. 3. Corriente y voltaje tópicos de una célula fotovoltaica [3].

Temperatura nominal de operación: El acrónimo inglés NOCT, de Nominal Operating Cell Temperature, designa la temperatura de la célula solar que se verifica en condiciones normales de servicio. Para lo cual, se toma como base un día normal de primavera europea, considerando una irradiación solar de 800 W/m², temperatura ambiente de 20 °C, Air-Mass de 1.5 y velocidad del viento de 1 m/s. La temperatura de la célula se sitúa en general entre 45 °C y 50 °C. Los datos numéricos anteriores pueden ser considerados como estándar mundial, pero para los de las temperaturas de la célula, debe aclararse que solo son para un día normal de la primavera europea y no para otras situaciones en nuestro planeta [2].

A. Disipadores de calor

A lo largo de la historia la temperatura ha sido un factor importante para mejorar o disminuir la eficiencia en diversas máquinas, la utilización de diferentes métodos de refrigeración es muy usado en múltiples aplicaciones, hay diversos dispositivos que lo hacen a través de sistemas de circulación de fluidos y otros a través de paletas disipadoras, existe gran variedad de estos como los que ofrece la empresa “Disipadores de calor México” que dentro de su catálogo los hay desde 28 mm hasta 230mm de longitud que permiten

adaptar a los nuevos proyectos. Esta empresa realiza pruebas térmicas para ver rentabilidad de sus productos, demostrando una reducción del 15 al 20% de acuerdo a su estudio térmico [5].



Fig. 4. Disipadores de calor [5].

Al poder reducir la temperatura del panel se busca que la eficiencia suba principalmente en los meses más cálidos, aumentando la rentabilidad de la instalación, es importante mencionar que dentro de los análisis costo-beneficio se verán impactados directamente al obtener un retorno de inversión en un plazo más corto.

El buscar alternativas para producir energía, se ayudará a disminuir considerablemente el impacto ambiental que genera el uso de energías fósiles, al minimizar los gases de efecto invernadero también bajará la probabilidad que el planeta suba su temperatura.

Dentro de las investigaciones realizadas para aumentar la eficiencia de los paneles, hay proyectos como el seguidor de luz que busca aumentar la eficiencia, pero a su vez aumenta en los costos de mantenimiento, dentro del proyecto a realizar se busca que los costos de mantenimiento sigan siendo los mismos para así aumentar la rentabilidad de los proyectos y hacerlo más llamativo para los inversionistas interesados. [3]

En la siguiente grafica obtenida de la página energías renovables el periódico de las energías limpias [1] se puede apreciar cómo es factible y rentable el poder disminuir la temperatura para mantenerla dentro de los 30° Celsius, también se demuestra que independientemente el material del módulo la eficiencia disminuye para ser más precisos los voltajes registrados son 2.3 mV para el Silicio y entre 2 y 2.2 mV en el caso de arseniuro de galio, estos materiales son los más usados en la fabricación de paneles solar fotovoltaico.

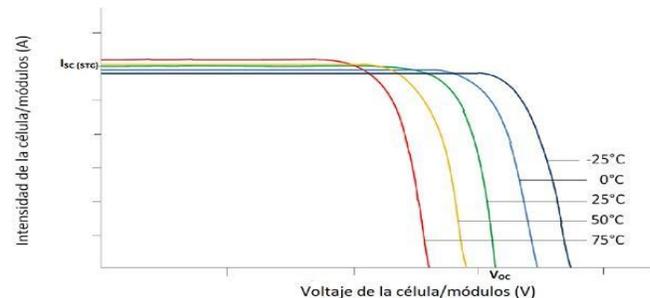


Fig. 5. Curvas de voltaje temperatura [1].

III. METODOLOGÍA

Realizar un prototipo en el software SolidWorks para ver especificaciones y posibles mejoras antes de la fabricación.

Mediante el estudio térmico que ofrece SolidWorks se pretende implementar pruebas con diferentes materiales para valorar la mejor decisión de material utilizado.

- 1) Elaboración de prototipo para la instalación y registro del diseño de experimentos.
- 2) Mediante una cámara termo gráfica medir las temperaturas del Panel solar y determinar cómo es que funciona con los disipadores de calor.
- 3) Elaborar el diseño de experimentos multifactorial para la instalación de procesos.
- 4) Con el apoyo del software Minitab realizar la corrida de las mediciones realizadas en los meses de abril a septiembre para ver la posible mejora.
- 5) Realizar un análisis de punto de equilibrio para validar el proyecto.

IV. DESARROLLO

La elaboración del panel solar fotovoltaico en el programa de diseño Solid Works, así como también el disipador de calor que ayudaron para el estudio térmico de simulación a continuación se muestran las características en cada uno de los planos.

Es el plano de la imagen 7, se puede observar que es un panel solar fotovoltaico de la marca GI-POWER GP – 150P-36, 12V nominal 150W, con un total de 36 células y con unas dimensiones de 165 X 156 mm, el largo del panel es de 1480 mm por 670 mm y una altura de 35 mm, con un peso de 10.7Kg. se replicaron las características en el panel.

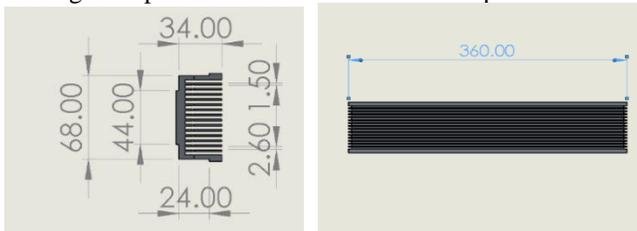


Fig. 6. Plano del disipador de calor

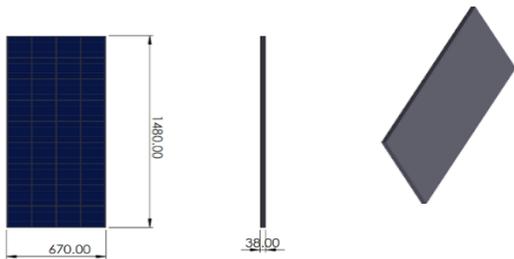


Fig. 7. Planos de panel fotovoltaico

También se diseñó el disipador de calor usando como base los disipadores de un pc, el material agregado es el aluminio que tiene uno de los mejores coeficientes de conductividad

térmica, y su costo no es tan elevado, las dimensiones se muestran en los planos de la figura 7

Después de contar con los elementos principales en SolidWorks se procede a realizar un análisis térmico que ayude a visualizar los efectos de la temperatura solo se agregaron dos disipadores en un extremo para poder comparar la disipación de calor que se tenía en el panel. Como se puede apreciar en la siguiente figura 8 y 9 donde se colocaron los disipadores de calor es en el que se encuentran las temperaturas más bajas y a medida que se aleja comienza a subir la temperatura, teóricamente se incide que la eficiencia disminuye.

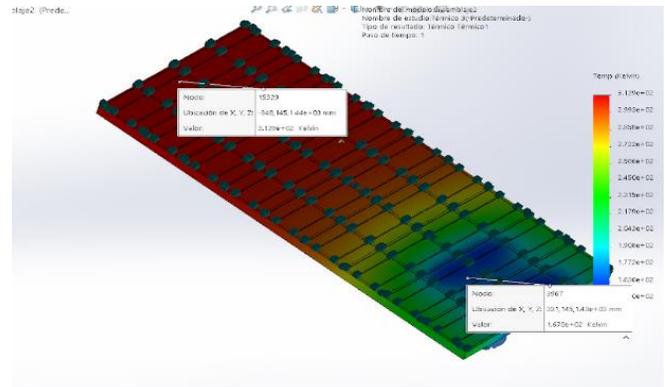


Fig. 8. Modelo térmico

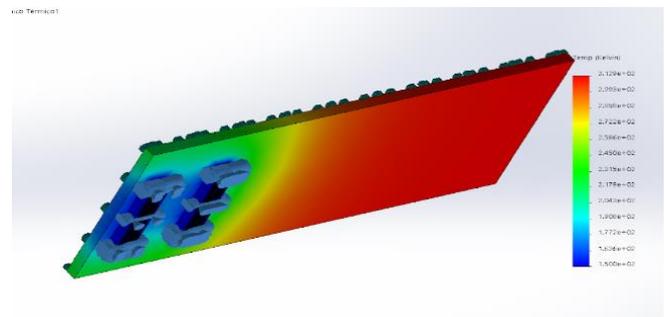


Fig. 9. Modelo térmico del panel con disipador. En este modelo térmico se definió como una radiación y en la parte posterior generando un calor hipotético de 40 °C después una conducción de calor entre el panel y el disipador, finalmente una carga convectiva en todas las paredes expuestas en el modelo colocando una temperatura ambiente de 25°C y se obtienen los resultados anteriores, es importante mencionar que para dicho estudio se agregó una maya con una cantidad de nodos de 44480 para obtener un total de elementos de 24164 como se muestra en la siguiente figura 10.



Fig. 10. Malla del modelo de simulación

Con el presente diseño se pretende medir la eficiencia de los paneles solares con respecto al número de disipadores instalados. Se realizarán réplicas del experimento y con una tabla ANOVA, se evaluarán los resultados estableciendo la hipótesis: los disipadores instalados influirán en la eficiencia del panel. Tomando ciertas variables de temperatura, donde los paneles presentan la menor eficiencia.

Modelo de un Diseño de experimentos para analizar el cambio en la eficiencia de los paneles solares con respecto a la variación de la temperatura, al agregar disipadores de calor al panel solar.

Diseño Experimental de dos factores con 6 réplicas

Factores del experimento

- 1) Temperatura ambiente número de temperaturas 3
- 2) Numero de disipadores 6 cantidades diferentes de disipadores
- 3) E_i =Eficiencia del panel
- 4) 6 réplicas para el experimento
- 5) Experimento de 108 corridas experimentales

	A1	A2	A3																																				
B1	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
B2	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
B3	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
B4	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
B5	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
B6	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7	<table border="1"> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>E</td><td>E</td><td>E</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> </table>	E	E	E	1	2	3	E	E	E	5	6	7
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					
E	E	E																																					
1	2	3																																					
E	E	E																																					
5	6	7																																					

Fig. 11. Modelo del diseño de experimento

V. CONCLUSIÓN

Gracias a los estudios térmicos realizados en el software de SolidWorks, es factible reducir la temperatura del panel solar. Se puede demostrar con las condiciones de temperatura del panel de 40°C y una temperatura ambiente de 25 °C es posible reducir la temperatura del panel, lo que conllevará a aumentar la eficiencia de este., una vez demostrado esto, la siguiente fase es encontrar la cantidad óptima de disipadores. Con ayuda del diseño de experimentos se medirán la temperatura del panel solar y el funcionamiento del disipador de calor mediante cámara termográfica, por lo tanto, se puede decir que se cumplen con las expectativas y se podrá tener la temperatura dicha por el fabricante del panel solar para su óptima operación.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico José Mario molina Pasquel y Henríquez unidad Académica Zapotlanejo por facilitar los medios para la realización de la investigación, así como a las empresas que aportaron opiniones sobre el proyecto y muy en especial a la Mtra. Gisela Ramírez Pimentel, por el apoyo recibido.

REFERENCIAS

- [1] E. Collado, “Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas”. Energías renovables. 2015 [En línea]. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/eduardo-collado/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713-1>
- [2] R. A. Álvarez López y M. A. García Angarita, "Parámetros comparativos de células fotovoltaicas para generación de energía", Ingeniería Eléctrica, vol. 35(3), pp. 193-201, 2014.
- [3] E. B. Pereira, F. Ramos Martins, A. Rodrigues Gonzalves, R. Santos Costa, F. J. Lopes de Lima, R. Rütther, S. Luna de Abreu, G. Máximo Tiepolo, S. Vitorino Pereira, J. Gonzalvez de Souza. *Atlas Brasileiro de Energia Solar*. 2da ed. Sao José dos Campos. Sao Paulo, Brasil, 2017.
- [4] Disipadores de Calor México (2021), “Disipadores de calor”. [En línea]. Disponible en: <https://disipadoresdecalormexico.com/>

Diagnóstico y Plan de Manejo de Residuos Plásticos Agrícolas Provenientes de las Actividades Productivas en el Municipio de Mascota, Jalisco

M. V. Félix Lerma^{#1}, E. Dolores Salcedo^{*2}, R. Salgado Delgado^{&3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Unidad Académica Mascota, Jalisco, México

^{*}Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, CADER 17, Mascota

[&]Tecnológico Nacional de México, Campus Zacatepec

¹marco.felix@mascota.tecmm.edu.mx, ²ernrike_dolsal@hotmail.com, ³rene.sd@zacatepec.tecnm.mx

Resumen- El presente estudio propone una solución integral al problema ambiental que se presenta por el manejo incorrecto de los residuos plásticos agrícolas en el Valle de Mascota, Jalisco. Se enfoca en los plásticos agrícolas de acolchados, rafias y cintillas utilizados por los productores regionales de chiles y hortalizas. Las situaciones en los espacios de cultivo evidencian un deterioro ambiental tanto de cuerpos de agua como de suelos y del aire, aunado a las dificultades particulares de los productores debido a la acumulación de plásticos desechados en los espacios de trabajo. Las soluciones tecnológicas ofrecidas por el presente proyecto están alineadas a la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, así como a la norma NMX-E-277-NYCE-2018, las cuales establecen la metodología para el manejo y reciclado adecuado de los plásticos agrícolas, envases vacíos de agroquímicos y fertilizantes, así como también establece las actividades de todos los actores involucrados en el proceso. El proyecto busca convertir el problema ambiental identificado en un área de oportunidad tecnológica-económica mediante técnicas avanzadas de reciclaje de plástico agrícola.

Palabras clave— Deterioro ambiental, manejo de residuos, reciclaje.

I. INTRODUCCIÓN

A. La producción de chile en Mascota, Jalisco

El estado de Jalisco se posiciona en el 5° lugar en producción de chile a nivel nacional, con cerca de 100 mil toneladas anuales, lo que representa el 4.3% del total producido en el país y tiene un valor aproximado de 800 millones de pesos, contribuyendo con el 5.3% del valor nacional. Se estima que hay alrededor de 1,434 productores en el estado dedicados a la producción de diferentes variedades de chile, entre las que destacan el serrano, jalapeño, pimiento morrón, poblano, anaheim y caloro. De estas, el chile serrano y jalapeño, cultivados al aire libre, representan el 70% (69,468 toneladas) de la producción total, mientras que el pimiento producido en invernadero contribuye con el 15.5% (15,381 toneladas).

La producción de chile se distribuye en 52 municipios de Jalisco, aunque cinco de ellos son los principales: Mascota,

San Gabriel, Cihuatlán, Etzatlán y Tomatlán, los cuales en conjunto aportan más del 55% (54,695 toneladas) del total producido en el estado. La Secretaría de Desarrollo Rural (SADER) de Jalisco informó que la producción de chile a nivel nacional supera los 800 millones de pesos, con Jalisco aportando el 5.3% de esta cifra y una superficie cultivada de más de 4,300 hectáreas. Según la dependencia, el rendimiento promedio en Jalisco varía entre 85 toneladas por hectárea en cultivos controlados o invernaderos, y 45 toneladas por hectárea en cultivos al aire libre con tecnología avanzada. Se estima que hay aproximadamente 1,400 productores en el estado dedicados a la producción del Sistema-Producto Chile.

México consume aproximadamente 280 mil toneladas de plásticos para la agricultura cada año”. [3]. Al hablar de aplicaciones de plásticos dentro de un área como lo es la agricultura forman una gama de materiales y usos inmensa, haciendo así que la utilización de estos sea completamente ilimitada.

Los residuos agrícolas se han determinado como todo aquel elemento que no se puede incluir como productivo [4]. El sector agrícola es uno de los sectores con mayor producción de residuos plásticos a nivel mundial.

Los productores agrícolas suelen utilizar un tipo específico de plástico que genera un grado de contaminación masiva; este es el Mulch o Acolchado. Siendo este parte del proceso de cultivo, ya que cubre total o parcialmente el terreno que se ha de cosechar con el objetivo de ahorrar agua, aumentar la cosecha y obtener un mejor aspecto en el producto resultante. Ayudando a disminuir o eliminar problemas dentro del proceso del cultivo, como deterioro de los frutos y desecación de los suelos. “Están compuestos de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) que otorga alta resistencia a diversas condiciones climáticas y buena elasticidad, pueden ser transparentes, negras o naranjas, su espesor va desde los 25 [cm], con largo y ancho variable” [5].

B. La utilización de plásticos en las tecnologías actuales de la agricultura en México

México ha incorporado nuevas técnicas y tecnologías agrícolas en los riegos y en los cultivos en las últimas décadas. La finalidad de ello es la de aumentar la productividad de las

tierras. Una de estas nuevas tecnologías es la utilización de plásticos en diferentes presentaciones y ha venido observando un crecimiento de hasta más del 20% por año [6]. Actualmente la superficie ocupada en México por la agricultura protegida con agroplásticos es de 125 mil hectáreas [7].

C. Manejo incorrecto e ilegal de los plásticos agrícolas

Dentro de las acciones que se realizan con estos residuos plásticos se encuentran:

- 1) Incineración descontrolada: La incineración produce altas emisiones de gases tóxicos que afectan a la salud humana; además de generar una pasta polimérica que resulta difícil de degradar.
- 2) Vertimiento inadecuado: El vertimiento de los residuos plásticos agrícolas sobre los suelos produce en gran medida una contaminación a las superficies acuíferas, así como basurales.
- 3) Enterramiento de plásticos: el entierro de estos desechos genera un gran impacto respecto a la fertilidad de las tierras de cultivo y de los mantos acuíferos subterráneos. A su vez, compromete la actividad agrícola futura.
- 4) Otro: Genera un impacto visual negativo, ya que se percibe la clara gestión negativa de los residuos plásticos generados dentro de una localidad. [8].

D. Generación de residuos plásticos agrícolas en México

SAGARPA estableció lo siguiente en cuanto al uso de plásticos agrícolas [9]

- 1) El uso de agroplásticos se ha incrementado en México, tanto por problemas de escasez de agua, como por la necesidad de técnicas más intensivas que incrementen la rentabilidad y competitividad agrícola.
- 2) Las ventajas del uso de agroplásticos son: ahorro de agua, incremento en la producción precoz y producción total, protección de contingencias meteorológicas, además de un cierto control de plagas, enfermedades y malezas.

II. MARCO TEÓRICO

A. Las normas vigentes aplicables al reciclaje de plásticos agrícolas

La Norma Mexicana *NMX-E-277-NYCE-2018* [10] establece la metodología para el manejo y reciclado adecuado de los plásticos agrícolas, envases vacíos de agroquímicos y fertilizantes, así como también establece las actividades de todos los actores involucrados en el proceso.

Un plan de manejo es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia

ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.

B. Reciclado Mecánico de los plásticos

Este conjunto de métodos y técnicas se caracteriza por la utilización de diferentes operaciones mecánicas que permiten que los residuos plásticos se puedan recuperar, al modificar su estructura molecular, formando un nuevo ciclo de consumo en el plástico.

Este proceso se encarga principalmente en la formación de nuevos productos como: bolsas, envases, láminas de plásticos, contenedores, entre otros. Las etapas de este método son [11]:

- 1) *Acopio/recolección*: El proceso de acopio consiste en agrupar y transportar los residuos de un punto a otro (desde el punto de generación de mismo al centro de acopio).
- 2) *Clasificación/separación*: En esta etapa se clasifican y separan los materiales antes recolectados, los cuales se deben clasificar de acuerdo al tipo de plástico (PET, PVC, HDPE, LDPE, PP, PS, etcétera). Existen técnicas de clasificación basada en diversos métodos físicos o manuales que permiten separar los residuos [12].
- 3) *Trituración o molienda*: Es importante antes de realizar las acciones de molienda realizar la reducción del tamaño de los elementos plásticos adquiridos, facilitando así el proceso de molienda. Una vez reducido el tamaño, el plástico se transporta mediante un sistema de alimentación compuesto por tolvas y correas transportadoras que abastecen al molino [13].
- 4) *Lavado*: Los plásticos comúnmente vienen con agentes contaminantes que afectan el proceso de molienda y extrusión. En el caso de los plásticos agrícolas como los acolchados, suele haber una gran cantidad de lodos y el lavado se vuelve un factor central en el proceso de reciclaje. Los sistemas de limpieza pueden realizarse previo o posterior a la molienda, dependiendo del porcentaje de agentes contaminantes. Esta etapa tiene como objetivo separar los residuos del plástico, generalmente se utilizan equipos que ocupan agua, soda caustica y detergente como agente disolvente.
- 5) *Secado*: En esta etapa se desea retirar la humedad que contiene el plástico, la humedad considerada para la formación y reciclaje del plástico es de 0,5%. El objetivo de esta etapa, es retirar la humedad que poseen

las hojuelas, se recomienda una humedad final de 0,5%. Existen diversas técnicas de secado, como el secado rotatorio, el escurridor centrífugo o el secado de manera natural (secado al sol).

- 6) *Peletizado*: Es el proceso mediante el cual se obtienen los conocidos “pellets”, los cuales son los subproductos que permitirán la elaboración de una gran variedad de productos logrados de reciclaje mediante procesos finales diversos. En este proceso se funde el polímero y se realiza una agitación con el fin de homogeneizar el material.

III. DISEÑO DE UN PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS AGRÍCOLAS

Terminada la vida útil del uso de los plásticos agrícolas, el agricultor debe seguir el procedimiento siguiente para lograr la correcta recolección de estos plásticos:

- 1) De acuerdo a su uso, desmontar, desconectar, quitar o liberar el plástico agrícola.
- 2) Eliminar impurezas ya sea madera, metales, tierra, hierba, etc.
- 3) Retirar el plástico del campo y realizar pacas, rollos, madejas, ovillos o paquetes y amarrarlos con tiras del mismo plástico.
- 4) Por medio de un sistema de lavado, lavar los envoltorios para eliminar la mayor cantidad posible de tierra.
- 5) Colocar el plástico en un lugar limpio fuera de contaminantes.
- 6) Finalmente, colocar las pacas, rollos, madejas, ovillos o paquetes en el almacén temporal del agricultor o centro de acopio temporal o puesto de recolección temporal teniendo en cuenta que dicha área no debe estar en campo abierto ya que esto puede ocasionar que se vuelva a ensuciar con lodo y tierra al mojarse.
- 7) En caso de la recolección de envases de agroquímicos se debe realizar el proceso de triple lavado conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.



Fig. 1. Acolchados agrícolas para la producción de chile poblano

IV. RESULTADOS

En la primera fase del proyecto se trabajó directamente en los campos de cultivo con los productores regionales con el fin de obtener información confiable. Se diseñó e implementó una herramienta de diagnóstico la cual arroja los resultados que a continuación se presentan.

A. Componentes del diagnóstico desarrollado

- Encuesta aplicada directamente a los productores en los centros de trabajo.
- Testimonios orales de productores.
- Evidencias fotográficas.
- Referencias bibliográficas.

B. Cantidades totales de plástico por hectárea

Peso por tipo de plástico por hectárea

- Acolchado (52kg) x (4.28) = 222.6kg
- Cintilla (45kg) x (2.7) = 121.5kg
- Rafia 25kg

Suma total por hectárea:

369.1kg redondeado a 370kg

C. Cantidades anuales de plástico generadas por la producción de chiles

TABLA I

VOLÚMENES GENERADOS DE AGRO PLÁSTICOS

Promedio de acolchado(Rollos/Ha)	Promedio de cintilla (Rollos/Ha)	Promedio de Rafia (kg/Ha)
4.283	2.706	25
Peso/Rollo (kg)	Peso/Rollo (kg)	-
52	45	-
<i>Hectáreas Cultivadas en 2021</i>		678
Kg generados por acolchado	Kg generados por cintilla	Kg generados por rafia
151000	82377	16950
Kilogramos totales generados		250327
Toneladas totales generadas		250.3

D. Conclusiones del estudio

Se puede observar una concordancia entre las últimas tres fuentes de información (testimonios orales, fotografías y bibliografía), pero no así con la primera (encuesta). Esta discrepancia puede obedecer a un temor ético-legal por parte de algunos productores, aunque la presente investigación garantiza la secrecía y anonimato.

El resultado global indica la observancia de prácticas incorrectas e ilegales en el manejo de plásticos agrícolas una vez terminadas las actividades de cosecha. Dichas malas prácticas se resumen en vertimiento de los residuos plásticos en espacios al aire libre y en cuerpos de agua, enterramiento de residuos en espacios rurales e incineración descontrolada.

Es necesario también indicar la realización de prácticas correctas por parte de la mayoría de los productores, así como la disposición declarada del 100% de los mismos, a realizar adecuadamente el manejo de sus residuos plásticos.

Un porcentaje importante de productores (83%) declara desconocer el marco legal (leyes y normativas) en cual se inscribe la realidad del manejo de plásticos post cosecha. Este hecho combinado con la disponibilidad de realizar prácticas correctas evidencia la necesidad de implementar campañas de información-concientización sobre el manejo adecuado de los residuos plásticos agrícolas entre los productores de la región del Valle de Mascota.

Por otro lado, resulta evidente el gasto monetario periódico (anual) del productor agrícola por adquisición de estos materiales, lo cual revela un área de oportunidad si se considera la posibilidad de reciclarlos.

Resulta urgente tomar medidas concretas que reviertan la tendencia a contaminar los espacios rurales. Este conjunto de medidas se sintetiza en un plan de manejo integral de residuos, el cual estará alineado con las leyes y normativas aplicables, y que se nutrirá de la ciencia e ingeniería de materiales; en particular, de la tecnología de los plásticos actuales. El cuidado de los recursos naturales no está peleado de ninguna manera con la procuración de una economía saludable. Leyes y tecnologías fusionadas en el objetivo común de preservar un medioambiente sano y próspero con una economía circular de beneficio a toda la comunidad.

REFERENCIAS

- [1] P. Ibarra, Dirección Hortofrutícola, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2014. [En línea]. Disponible en: <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/598>.
- [2] (2014) NOTIMEX [En línea]. Disponible en: <https://www.20minutos.com.mx/noticia/b215389/jalisco-figura-entre-cinco-estados-lideres-en-produccion-de-chile/>.
- [3] México, P. T. (2021). Una Mirada a los Plásticos en la Agricultura de México. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yL3-CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=residuo+de+plasticos+agricolas&ots=Ro7CP0cwfF&sig=HTLD1sWW8SntApK7eM0h-EmrVYQ#v=onepage&q&f=false>
- [4] L. J. Xavier Elias, (2012). Los Plásticos Residuales y Sus Posibilidades de Valoración. Diaz de Santos .
- [5] (2020). ANIPAC. [En línea]. Disponible en: <https://anipac.org.mx/los-plasticos/>
- [6] M. Conde, Presente y futuro de la industria del plástico en México. Centro Empresarial del Plástico.
- [7] Ibídem, p.59.
- [8] M. Beltrán Rico, (2012). Tecnología de Polímeros, Proceso y Propiedades. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- [9] Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA), Plan de manejo de residuos generados en actividades agrícolas, primera etapa: diagnóstico nacional. Reporte ejecutivo, 2015.
- [10] Norma mexicana NMX-E-277-NYCE-2018
- [11] J. M. Anrandes, (2004). Reciclaje de Residuos Plásticos. [En línea]. Disponible en: <http://files.juventudargentinasolidaria.webnode.com.ar/200000182a7dd5a8d64/RECICLADO%20DE%20RESIDUOS%20PL%20C3%81STICOSpdf.pdf>
- [12] A. Vázquez Morillo, R.M. Espinosa Valdemar, M. Beltrán Villavicencio, y M. Velazco Pérez (2014). El Reciclaje de los Plásticos. (Universidad Autónoma Metropolitana). págs. 5-7. [En línea] Disponible en: http://biblioteca.anipac.mx/wpcontent/uploads/2016/10/0047_El_Reciclaje_de_los_Plasticos.pdf
- [13] R- Rivera Tavera. Propuesta de Reciclaje Mecánico de Plástico en la Ciudad de Pirua. Trabajo de grado, Facultad Ingeniería, Universidad de Pirua. [En línea] Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/1180>

Evaluación de Compuestos Orgánicos como Alternativas de Producción Agrícola Sostenible al Uso del Glifosato en el Cultivo de Plátano (*Musa Balbisiana Colla*)

F. Ramírez Ramírez^{#1}, M. Razo Garcia[#], O. Amador Camacho[#], M. Ramírez Ramirez[#], J. Peralta Nava[#], M. Rodríguez Palomera^{*}, R. González Rodríguez^{*}

[#]Tecnológico Nacional de México Campus Tlajomulco, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Unidad Académica Mascota, Jalisco, México

¹faustino.rr@tlajomulco.tecnm.mx

Resumen- El plátano (*Musa balbisiana Colla*) representa un rubro económico de enorme interés en la agricultura de Michoacán y Jalisco y constituye un importante producto tradicional de exportación. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la efectividad biológica de productos de origen ecológico como alternativas de producción agrícola sostenible al uso del glifosato para el control de maleza en el cultivo de plátano (*Musa balbisiana Colla*). El experimento se llevó a cabo durante el ciclo del 15 de enero al 5 de junio del 2022, en una huerta comercial de plátano ubicado en Coahuayana de Hidalgo, Mich. En un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los Tratamientos evaluados son fueron mezclas a base de Ácido Carboxílico, Poliéter polimetilsiloxano copolímero, Manitol, con diferentes concentraciones, así como Extracto de *Datura estramonium*, además de extractos alelopáticos de plantas como las de las familia de las agaváceas y Glifosato con diferentes dosis con un testigo absoluto. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento 4 fue el que mostro mejor efectividad en el control de maleza de hoja ancha y angosta en el cultivo del plátano. Todos los tratamientos en aplicación postemergente a la maleza no causó ningún daño fitotóxico al cultivo.

Palabras clave: alternativo, bioherbicida, maleza.

Abstract- The objective is to evaluate the biological effectiveness of products of ecological origin as alternatives for sustainable agricultural production to the use of glyphosate for weed control in banana cultivation (*Musa balbisiana Colla*). The experiment was carried out from January 15 to June 5, 2022, in a commercial banana orchard located in Coahuayana de Hidalgo, Mich. In a randomized complete block design, considering seven treatments and four replications Four treatments based on Carboxylic Acid, Polyether polymethylsiloxane copolymer, Mannitol, Mixture,

Extract of *Datura estramonium* other organic compounds and allelopathic extracts of plants at different levels and Glyphosate with different doses and an absolute control were evaluated. In the present study, treatment 4 was the one that showed the most effectiveness in controlling broad and narrow leaf weeds in banana cultivation. All the treatments applied postemergently to the weeds did not cause any phytotoxic damage to the crop..

Keywords: alternative, bioherbicide, weed

I.- INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa balbisiana Colla*) representa un rubro económico de enorme interés en la agricultura de Michoacán y Jalisco y constituye un importante producto tradicional de exportación, cuya producción y comercialización se transforma en fuente de trabajo e ingreso de divisas, y en general del bienestar socio-económico de la economía nacional [1].

Uno de los factores que merma el cultivo de banano es la presencia de malezas con daños directos debido a la competencia por los elementos esenciales: agua, luz y nutrientes, con mejor adaptabilidad de las malezas al medio ambiente originando pérdidas de hasta un 46 % [2].

En 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el decreto por el cual se establecen las acciones a realizar por parte de las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal en el ámbito de sus competencias para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada “Glifosato”, y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente [3].

En el país el principal ingrediente activo que se utiliza para controlar las malezas es el Glifosato, pero esta molécula está causando daño al medio ambiente y a la salud humana,

por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar diferentes herbicidas para identificar herbicidas alternativos que puedan sustituir al herbicida Glifosato en el control químico de maleza en plátano en la zona de producción de este cultivo.

II.- MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en la localidad de El Camalote en el municipio de Coahuayana, Michoacán, en la cual se encuentra establecida una plantación de plátano macho (*Musa balbisiana* Colla). El marco de plantación del cultivo es de 3 metros entre líneas o surcos y 1.5 metros entre plantas, con una densidad de 2,200 plantas/ha.

Se identificaron las malezas presentes en el lugar del experimento diferenciando malezas de hoja angosta y malezas de hoja ancha e identificando su ciclo de vida.

Se evaluaron 4 tratamientos (Tabla I) de compuestos orgánicos a base de saponinas y nanopartículas poliméricas con diferentes dosis de mezcla bioherbicida. Las dosis de mezcla utilizadas fueron 80, 100 150 y 115ml/L, de los compuestos orgánicos; El tratamiento 5 correspondió al testigo absoluto; el tratamiento 6 al herbicida con ingrediente activo glifosato 10ml/L y el tratamiento 7 al herbicida orgánico a base de *Datura estramonium* y extractos alelopáticos de diferentes plantas 15ml/L.

TABLA I

DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO PARA EVALUAR COMPUESTO ORGÁNICO EN EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO

TRATAMIENTOS	CONTENIDO	DOSIS ml/L
T1	Compuesto orgánico 1	80 ml
T2	Compuesto orgánico 2	100 ml
T3	Compuesto orgánico 3	150 ml
T4	Compuesto orgánico 4	115 ml
T5	Testigo absoluta	0
T6	Glifosato	10 ml
T7	Extracto de <i>Datura estramonium</i> , extractos alelopáticos de plantas	15 ml

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron surcos 3 metros y 1.5 metros entre plantas

Los herbicidas se aplicaron el 6 de abril y el 22 de mayo del 2022 con aspersora manual marca Truper con boquilla ajustable y de capacidad de 2lts. Al momento de la aplicación las malezas presentaron una altura promedio de 15 cm en todo el experimento. Previamente se colectó una muestra de las plantas presentes y se colocaron en una prensa de madera para su conservación y clasificación a nivel de familia y género [4].

Las variables evaluadas fueron: cobertura de hoja angosta (%), cobertura de hoja ancha (%), cobertura total (%) a los 26 DDA. La metodología utilizada fue de acuerdo con

Esqueda y Tosquy [5]. Se realizaron los análisis de varianza y prueba de medias Tukey al 0.05 mediante el paquete estadístico SAS Studio 2022.

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Identificación de malezas

Se identificaron 22 especies de malezas pertenecientes a 9 familias entre las cuales hubo mayor abundancia de 9 especies de hoja angosta (Tabla II) con el 41 % de la superficie y 13 especies de hoja ancha con el 59% restante.

TABLA II

MALEZAS DE HOJA ANGOSTA IDENTIFICADAS

Malezas de hoja angosta			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	Zacate pinto	Anual
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Perenne
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	Anual
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Zacate Johnson	Perenne
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	Perenne
Poaceae	<i>Digitaria velutina</i>		Perenne
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea	Perenne
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pata de gallo	Anual

1) Hoja angosta

Las especies que se identificaron fueron: 1) Zacate pinto (*Echinochloa colona*), Pasto anual, crece en lugares húmedos e inundados, muy macolladora. Hojas planas, con vainas glabras, a veces de color púrpura. Se distingue fácilmente de otras gramíneas porque no tiene lígula; 2) Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), es un pasto anual erecto con crecimiento vigoroso, presenta raíces adventicias vigorosas, puede alcanzar una altura de hasta 4 m o más. Las hojas son de forma lineal, con pubescencia a ambos lados, vaina ancha y abierta, parte inferior de la nervadura central abultada; 3) Pata de gallo (*Eleusine indica*), pasto anual, con cañas generalmente ramificadas desde la base, decumbentes y radicantes en los nudos inferiores, muy comprimidas, de 30 a 50 cm de altura; 4) Zacate Johnson (*Sorghum halepense*), pasto perenne de hasta 2 m de altura, con largos rizomas. Vainas redondeadas a aplanadas. Prefoliación convolutada. Láminas de 50 cm de largo y con el borde cortante. Panojas terminales laxas y piramidales; 5) Gramma (*Cynodon dactylon*), Su desarrollo es rastrero pudiendo alcanzar longitudes de los tallos de más de 2 metros. Éstos también pueden ser erguidos con alturas de 30 a 40 cm. Dispone de rizomas y estolones para colonizar suelos y reproducirse; 6) *Digitaria velutina*, pasto anual; tallos decumbentes, ramificados y glabros; vainas pilosas, láminas foliares pilosas; panículas con 8 a 30 ramificaciones; 7) Zacate guinea (*Panicum maximum* perenne rizomatosa, de porte alto, desarrolla principalmente en macollos aisladas, que pueden alcanzar hasta 3 m de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales; 8) Pata de gallo (*Dactyloctenium aegyptium*), tiene la raíz ramificada. El tallo con nudos de consistencia herbácea. Las hojas son lineal lanceoladas, paralelinervias, con presencia de lígula. Las inflorescencias se disponen en panícula de

espiga, todas las espigas salen de un punto. Son hermafroditas de ovario súpero; 9) *Urochloa fasciculata*, pasto anuales o perennes, cespitosas, estoloníferas o rizomatosas; plantas hermafroditas o polígamas. Vainas redondeadas; lígula una membrana ciliada; láminas lineares a linear-lanceoladas. Inflorescencias terminales o terminales y axilares [6].

2) *Hoja ancha*

Las especies identificadas fueron (Tabla III): 1) Cotarrera de agua (*Euploca procumbens*) Cotorrera de agua es un género de plantas casi cosmopolita con alrededor de 100 especies. Las especies tienen hojas con una anatomía de Kranz típica de C4. 2) Cola de alacran (*Heliotropium angiospermum*), planta anual, hirsuta que es una maleza común en lugares de desecho y las zonas pobladas. 3) hierba mora (*Solanum americanum*) planta anual o perenne, con tallo verde o púrpura, erecto y ramificado. Las hojas alternas, de tamaño y forma variables con bordes enteros u ondulados, con pecíolos finamente alado de uno 4 cm de largo, decurrente o no; 4) La higuierilla (*Ricinus communis*) es un arbusto con un tallo grande, leñoso y hueco, que puede presentar un color púrpura oscuro en algunas variedades, al igual que los pecíolos, nervios e incluso las propias hojas. Estas partes suelen estar cubiertas de un polvillo blanco similar a la cera. Las hojas son muy grandes, con nervaduras en forma de palma y divididas en 5 a 9 lóbulos, con bordes irregularmente dentados.; 5) Quelite (*Amaranthus spp*) Hierbas erectas, dioicas. Ciclo: Anual. Tallos: Tallos estriados verdes a rojizos, lignificados en la base en ejemplares de mayor tamaño. 6) Golondrina (*Euphorbia hirta*) planta herbácea anual, erecta o decumbente, o bien, rastrera y extendiéndose radialmente, densamente pilosa, los pelos con frecuencia multicelulares y amarillos. El tallo es ramificado en forma dicotómica. Las hojas son opuestas, estípulas pequeñas, en forma de aristas; 7) Golondrina (*Euphorbia hypericifolia*) hierbas anuales, erectas o ascendentes; los tallos glabros, rojos o verdes. Hojas oblongas, ápice redondeado u obtuso, base oblicua, obtusa a cordada, márgenes serrados, glabras; estípulas unidas, deltadas, enteras o divididas; 8) Conchita (*Blechnum pyramidatum*) Son hierbas erectas a inclinadas; los tallos más jóvenes cuadrangulares. Las hojas ovadas a ovado lanceoladas, el ápice agudo, base cuneada a obtusa, los márgenes crenados a enteros, escasamente pilosas a glabras, las inflorescencias son terminales; 9) Lechosa (*Euphorbia heterophylla*) Es una especie abundante, tallo simple, con jugo lechoso; hojas heterófilas; flores amarillentas, pequeñas, con brácteas. Las hojas en el extremo superior del tallo, cerca del ciato, tienen un llamativo color rojo escarlata. Las hojas son lobuladas. El tallo exuda una savia de color blanco lechoso tóxico. Los ciatios o falsas flores, se encuentran en grupos a la cabeza del pie y son de color amarillo verdoso. No tienen pétalos, el color rojo que forman parte de las hojas jóvenes por coloración. Los frutos son pequeños, segmentado en cápsulas; 10) Tripa de vaca (*Cissus verticillata*): Se eleva hasta una altura de 6 a 10 m, con zarcillos; tallos muy flexibles, ramas articuladas; hojas, de hasta 15 cm de largo por 12.5 cm de ancho, sencillas, oblongas a aovadas o acorazonadas, margen dentado setoso, inflorescencias opuestas a las hojas, ramificadas, de

contorno redondeado, cima compuesta umbeliforme; 11) Bejuco (*Ipomoea spp*): Son hierbas perennes, raramente anuales, a veces se encuentran lignificadas en la base. Pueden ser rizomatosas o tuberosas, pubescentes o glabras. Los tallos son volubles, raramente decumbentes, de sección poligonal o circular, con látex hialino, raramente de color blanco Las hojas son enteras o lobadas, a veces muy variables en el mismo tallo, pecioladas. Las inflorescencias son cimas dicaxiales y axilares, rara vez con flores solitarias; pedúnculos de longitud variable; 12) Alfombra turca (*Phyla nodiflora*) El género Phyla se distingue por ser hierba (Lippia en el sentido más estricto abarca solo especies leñosas), hojas simples, un fruto seco que se separa en 2 frutos parciales en la madurez (no 4) y tener la inflorescencia en cabezuela alargada. Las flores tienen 4 lóbulos. El hábito es decumbente y las plantas enraízan en los nudos [6].

Tabla III
MALEZAS DE HOJA ANCHA IDENTIFICADAS

Malezas de hoja angosta			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	Zacate pinto	Anual
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Perenne
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	Anual
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Zacate Johnson	Perenne

B. Efecto del herbicida sobre la cobertura de maleza 26 días después de la aplicación.

De acuerdo con los resultados del muestreo inicial (cuadro 3), la densidad de la maleza no mostró diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se considera que las especies de malas hierbas mostraron distribuciones similares. La variable Efecto del herbicida sobre la cobertura de maleza 26 días después de la aplicación presentó un efecto positivo y diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mejor control de maleza y sin efectos de toxicidad el tratamiento 4.

Tabla IV
ANOVA PARA LA VARIABLE EFECTO DEL HERBICIDA SOBRE LA COBERTURA DE MALEZA 26 DDA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	8	19358.57	2419.82	1693875	<.0001
Error	12	0.017	0.00143		
Total corregido	20	19358.59			

Fuente: SAS Studio 2022

En esta variable el ANOVA (Tabla IV) arrojó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los diferentes tratamientos en comparación con el testigo. Se puede observar que con un 95 % de confiabilidad se puede constatar que existe diferencia entre los tratamientos por lo tanto el tratamiento 4 si ejerció un efecto en la variable control de maleza después de los 26 días de aplicación. el efecto de los herbicidas sobre las comunidades de maleza es influenciado por diversas variables, incluyendo condiciones ambientales, tales como el contenido de agua en el suelo, la temperatura

del aire e incluso el tipo de coadyuvantes (p.e. surfactantes), que se utilicen.

En el procedimiento de Tukey (Tabla V) para la variable control de maleza después de los 26 días de aplicación dividió los tratamientos en 6 grupos, en el A, el tratamiento 4; en el grupo B, el tratamiento 6, en el grupo C, el tratamiento 7, en el grupo D, el tratamiento 2, en el grupo E, el tratamiento 3, en el grupo F, el tratamiento 3, en el grupo G, el tratamiento 5 siendo el testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento el T4 con un 95% de cobertura.

TABLA V
PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LA VARIABLE EFECTO DEL
HERBICIDA SOBRE LA COBERTURA DE MALEZA 26 DDA

Tratamientos	Estimación	Agrupamiento
T4	95.65	A
T6	92.65	B
T7	83	C
T2	81.8	D
T3	80	E
T1	73.8	F
T5	0	G

Fuente: SAS Studio 2022

El uso de sustancias naturales para el control de malezas, ha tenido una creciente demanda debido a que se consideran mas seguros y menos contaminantes que los herbicidas convencionales. Es una de las razones para examinar, investigar y luego usar estos productos en la agricultura convencional y orgánica [7]. Al observar los resultados obtenidos en la variable a evaluar podemos observar que si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados siendo tratamiento 4 el que muestra un mejor comportamiento con relación al porcentaje de control en comparación con los demás tratamientos.

IV.- CONCLUSIONES

En el presente trabajo se pudo observar en la variable control de maleza después de las diferentes fechas evaluadas en el cultivo de plátano que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 4 ya que tuvo una efectividad del 95% en el control de las malezas tanto de hoja agosta como de hoja ancha.

No se presentaron efectos de fitotoxicidad en las primeras dos primeras fechas de evaluación.

Se evaluo el efecto de los herbicidas establecidos y evaluados en campo, comparándolos con el glifosato como testigo regional de referencia. Como primera aproximación, se ha logrado identificar algunos herbicidas con buen efecto en el control de malezas.

REFERENCIAS

[1] SAGARPA (2022). Producción de plátano “Hecho en México” aumenta siete por ciento [En línea] Disponible en: <https://embamex.sre.gob.mx/republicadominicana/index.php/comunicados/429-produccion-de-platano-hecho-en-mexico-aumenta-siete-por-ciento>

[2] G. Plaza, “Manejo de Malezas en Frutales”. Pp 238-251. En Fischer, G. (ed). Manual para el Cultivo de Frutales en el Trópico. Produmedios. Bogotá.

[3] DOF (2020). Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente [En línea] Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0.

[4] S. Brenes-Prendas, y R. Agüero-Alvarado, “Reconocimiento taxonómico de arvenses y descripción de su manejo, en cuatro fincas productoras de piña (Ananas comosus L.) en Costa Rica,” *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 18(2), pp. 239-246.

[5] V. A. Esqueda Esquivel, y O. H. Tosquy Valle, “Control químico de Echinochloa colona (L.) link resistente al propanil y Cyperus iria L. en arroz (Oryza sativa L.) de temporal en Tres Valles,” *Veracruz. Universidad y ciencia*, Vol. 29(2), pp. 113-121, 2013.

[6] CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).(2022). Malezas de México [En línea] Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas.htm>

[7] F. E. Dayan, and S. O. Duke, “Natural compounds as next-generation herbicides,” *Plant Physiology*, Vol. 166(3), pp. 1090–1105, 2014. <https://doi.org/10.1104/pp.114.239061>

[1] O. Adegbite, O. Oni, and I. Adeoye, “Competitiveness of pineapple production in Osun State,” Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol. 5(2), pp. 205-214, 2014.

[3] C.J. Canturo, “Evaluación de la aplicación temprana de ácido acético para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de melón de trasplante,” <https://www.Science.org.es/efectividad%20cuatro%20herbicidas%20aplicado%20en%20reciduos%20Roberto%20Alfaro.pdf>

[6] A. Elizondo (2014), “Noticias del mercado internacional de piña fresca. Dirección de Mercadeo y Agroindustria. CNP-Mercanet. Boletín 1, año 11” [En línea]. Disponible en: www.mercanet.cnp.go.cr.

[7] EPA (2001) Plaguicidas. Agencia de protección ambiental de Estados Unidos [En línea] Disponible en: <https://www.español.epa.gov/español/plaguicidas>.

Microscopía de las Propiedades Ópticas de Películas Multilaminadas a Base de PET y Películas Biodegradables

P. Gudiño Guevara^{#1}, V. Álvarez Torres^{*2}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Investigación, Unidad Académica Lagos de Moreno, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Investigación, Unidad Académica Puerto Vallarta, Jalisco, México

¹patricia.gudino@lagos.tecmm.edu.mx, ²vanesa.alvarez@vallarta.tecmm.edu.mx

Resumen—Las películas biodegradables son empaques que proporcionan protección física a los alimentos y crean las condiciones fisicoquímicas apropiadas para proporcionar una vida útil adecuada. En la actualidad, la industria alimentaria ha propuesto incorporar películas biodegradables, sin causar daños a la salud y al medio ambiente. El objetivo del presente trabajo fue analizar las propiedades ópticas de materiales compuestos obtenidos mediante el uso de la microscopía óptica, se adquirió información que sirve para mejorar la calidad de las películas biodegradables y a su vez aumentar la vida útil de los alimentos. Se obtuvieron imágenes de microscopía óptica con un aumento de 10X y 40X, tanto del anverso como reverso de cada una de las películas. Los resultados evidencian la importancia del empleo de la microscopía óptica en las películas biodegradables en la industria alimentaria, ya que siendo una técnica no destructiva brinda información muy valiosa para generar una mejora en las propiedades mecánicas de las películas biodegradables y eliminar el riesgo de migración de compuestos tóxicos hacia el alimento.

Palabras clave—Películas biodegradables, multilaminadas, fotomicroscopía, microscopía óptica, propiedades ópticas.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sustentabilidad ha tomado seria relevancia por lo que, las películas biodegradables a partir de polímeros naturales como las proteínas aisladas del suero de leche y las pectinas obtenidas de la familia *Citrus* y láminas de polietilentereftalato (PET), representan una alternativa a los empaques plásticos, además, generan una mejora en las propiedades mecánicas de las películas biodegradables y elimina el riesgo de migración de compuestos tóxicos hacia el alimento. Así mismo, se aprovechan subproductos de la industria alimentaria, que generalmente son considerados como desechos, lo que también ayuda a reducir la contaminación ambiental. Las formulaciones y características de producción podrán ser replicados a gran escala tanto a nivel estatal como nacional.

Este tipo de empaques es desarrollado mediante herramientas biotecnológicas que permiten la producción de bioplásticos de manera sustentable [1]. La principal función

de los empaques en alimentos es lograr la preservación y la entrega segura de productos alimenticios hasta su consumo. Por lo tanto, los empaques contribuyen a prolongar la vida de anaquel del producto y mantener la calidad y la seguridad de los productos alimenticios [2].

Las técnicas de microscopía representan una alternativa de estudio de las propiedades ópticas con la ventaja de ser una técnica no destructiva. Los empaques biodegradables son preparados generalmente mediante métodos tradicionales como la técnica de vaciado manual o mediante un aerosol, estas técnicas presentan varias desventajas importantes, principalmente en sus procesos de producción lo que afecta a las características del material obtenido.

La falta de control y prevención en la formación de películas puede generar problemas de salubridad y pérdidas económicas por daños en instalaciones, equipos y aditamentos.

Los materiales pueden ser caracterizados mediante técnicas de microscopía óptica. Esta es un área de trabajo multidisciplinaria que se puede aplicar a varios tipos de muestras y/o procesos. El microscopio óptico basa su mecanismo en la ampliación de la imagen de un objeto mediante el uso de lentes convergentes. Los resultados que se pueden obtener al usar la microscopía óptica nos pueden ayudar a entender o a relacionar las propiedades y estructuras internas con la forma del material estudiado o pueden orientar sobre la homogeneidad que presentan [3]. Diversos autores han demostrado la utilidad de la microscopía óptica en el estudio y caracterización de diferentes materiales y/o superficies [4] [5]. Además, la transparencia es una propiedad de gran interés en el estudio de materiales en contacto con alimentos, debido a su gran impacto sobre la apariencia del producto, cuando se las utiliza como recubrimientos o envases [6]. De la misma forma el color de la película puede afectar positiva o negativamente la decisión del consumidor a la hora de seleccionar un alimento envasado.

Para realizar un análisis e interpretación correcta de las imágenes observadas, se debe tener en cuenta la escala que se está usando. Es por esto, que cada imagen reportada debe ir acompañada de la información sobre su tamaño o resolución [3] [7] [8]. Para el presente estudio se identificó la necesidad de detectar cambios y condiciones en las películas, los que

confieren relevancia en la capacidad de protección, en los alimentos que son utilizados.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se eligieron películas sencillas y multilaminadas con un volumen de vaciado de 30 mL, así como, polietilentereftalato (PET). Las películas fueron observadas, se tomaron fotomicrografías con el uso de un microscopio óptico Motic (Microscopio Universal Trinocular LED Motic BA310E TLED) con el objetivo 10X para enfocar la muestra y posteriormente el objetivo 40X para su análisis. De cada película se eligen tres secciones de (aprox. 2cm²) las cuales son seleccionadas aleatoriamente y colocadas al microscopio, donde fueron analizadas por ambas caras (anverso y reverso) y todas las muestras fueron analizadas bajo las mismas condiciones.

A. Formulación de la película

Para formar complejos estables de proteínas se preparó una solución filmógena base de proteínas, a través de un proceso de desnaturalización térmica se forman enlaces disulfuro que favorecen la formación de nuevos complejos proteína-proteína, promoviendo la formación de películas.

A un volumen fijo de la solución filmógena fue vaciada en cajas Petri de plástico dejando evaporar el contenido de agua para favorecer la formación de películas. Las condiciones de secado a estudiar fueron (temperatura 45°C– humedad relativa 30%): Prueba (45 - 30).

B. Adquisición de imágenes

Para llevar a cabo la comparación de la variabilidad en las películas se observaron tanto la microestructura como la morfología superficial de las películas tanto en su lado anverso como reverso, tomando 3 imágenes de cada película con ambos aumentos 10X y 40X.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las películas resultaron transparentes con una tonalidad que se vuelve ligeramente amarillenta en las películas tanto sencillas y multilaminadas, para identificar las características de cada uno de los materiales preparados. Los resultados de estas determinaciones indican que los materiales tienen opacidad intermedia entre la de los componentes, como podemos observar en la Figura 1, por lo tanto, al ser películas multilaminadas aumenta la posibilidad de intensificación del color.

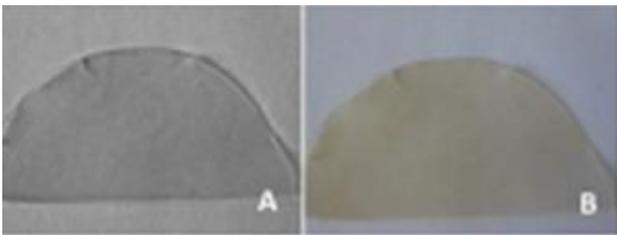


Fig. 1. Comparación del cambio de intensidad de color entre las A) Película sencilla y B) Película Multilaminadas.

El análisis de imágenes con microscopía óptica, permitió confirmar que todas las películas presentaron una morfología superficial lisa y uniforme, lo que es un indicativo de la capacidad que tienen las películas para proteger a los alimentos de microorganismos patógenos externos, aumentando así la vida útil de los alimentos.

Como se muestran en las imágenes de la Fig. 2 en las películas sencillas a una magnificación de 10X y 40X. Se pueden apreciar zonas con una matriz compacta en las películas, lo cual es un marcador de su integridad estructural; sin embargo, simultáneamente se observan áreas irregulares que son señales de una posible fragilidad en la película.

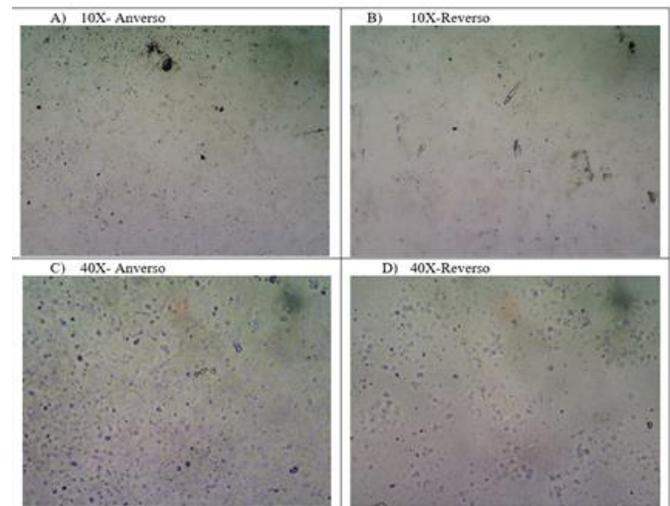


Fig. 2. Fotomicrografías con microscopía óptica de películas sencillas; 30mL volumen de vaciado: A) Vista anverso 10X, B) Vista reverso 10X, C) Vista anverso 40X y D) Vista reverso 40X.

En la Fig. 3 se muestran imágenes compuestas por películas multilaminadas a una magnificación de 10X y 40X. Donde se aprecian poros y zonas con una matriz compacta de las películas, lo cual es un indicador de su integridad estructural. Por otro lado, la capa de PET presente en la misma, el cual les confiere mayor protección a los alimentos, siendo éste un buen aislante de sustancias que pueden contaminar los alimentos.

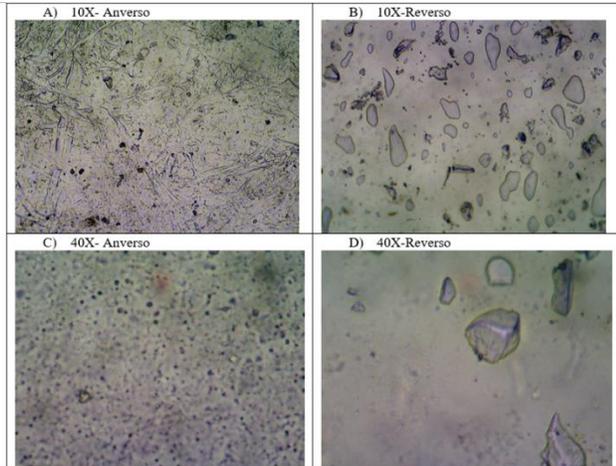


Fig. 3. Fotomicrografías con microscopio óptico de Películas Multilaminadas; 30 mL de volumen de vaciado: A) Vista anverso 10X, B) Vista reverso 10X, C) Vista anverso 40X y D) Vista reverso 40X.

Como se muestra en la Fig. 4, en el PET podemos determinar la presencia de gotas las cuales pueden ser el pegamento o de agua debido a la naturaleza del material para retener agua del medio ambiente, demostrando ser una buena barrera de aislante con el medio ambiente, lo que determina su uso ya sea en una película sencilla o multilaminadas.

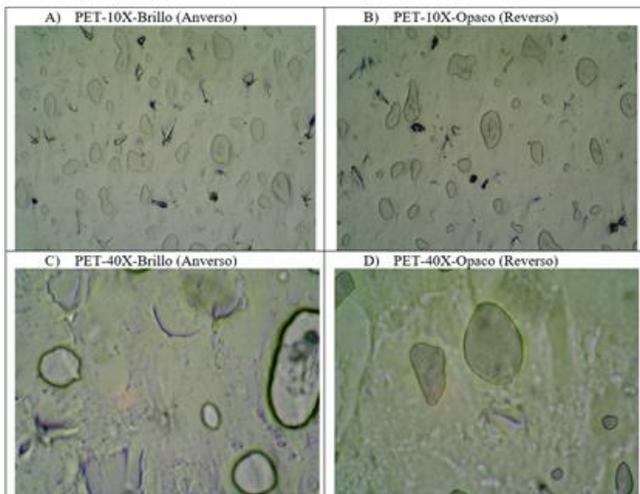


Figura 4 Fotomicrografías con microscopio óptico del PET: A) Vista anverso 10X, B) Vista reverso 10X, C) Vista anverso 40X y D) Vista reverso 40X.

Se ha demostrado que el PET actúa con mayor efectividad en los alimentos cuando es aplicado formando parte de un recubrimiento o película comestible, las películas pueden mantener una mejor barrera de protección, en la superficie del alimento durante mayor tiempo.

IV. CONCLUSIÓN

El estudio cualitativo de los diferentes materiales y películas biodegradables resultaron ser de importancia para el mejoramiento de técnicas de elaboración de las mismas, ya

que los materiales más frecuentemente utilizados en la elaboración de películas biodegradables y recubrimientos son las proteínas, polisacáridos, lípidos y la combinación de éstos. Se han llevado a cabo diversos estudios sobre interacciones entre estos polímeros en el diseño y aplicación de películas con propiedades mecánicas y de barrera mejoradas. La investigación en este campo ha aumentado significativamente el uso de películas cuyos materiales han sido modificados para mejorar su conservación, encontrando algunas con la capacidad de controlar la atmósfera interna del alimento, aquellas que proporcionan brillo o color mejorando su calidad visual, aquellas que son capaces de evitar contaminación y propagación microbiana, dándole al consumidor la posibilidad de contar con productos de mejor calidad y mayor vida de anaquel, además de no generar residuos contaminantes ni tóxicos. Para caracterizar estos materiales, aún nos queda trabajo por realizar con otros métodos de microscopía, tales como, el microscopio electrónico de barrido (SEM) entre otros. Para el mejoramiento de las películas en las propiedades mecánicas y de barrera mejoradas.

Por lo tanto, el estudio óptico planteado en este trabajo concede un método rápido para realizar el análisis de los cambios en las películas, utilizando a la aplicación de esta técnica, la cual no es destructiva, tiene un gran campo de acción en la industria alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de la Unidad Académica Lagos de Moreno del Instituto ITJMMPH y al departamento de investigación que brindaron tiempo y la infraestructura que favoreció el desarrollo de la presente investigación. Esta investigación fue apoyada por PRODEP con la concesión 31525 asignada al ITJMMPHCA-11.

REFERENCIAS

- [1] C. G. Otoni, R. J. Avena - Bustillos, H. M. Azeredo, M. V. Lorevice, M. R. Moura, L. H. Mattoso y T. H. McHugh, "Recent advances on edible films based on fruits and vegetables — a review", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 16(5), pp. 1151-1169, 2017. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>.
- [2] J. H. Han. *Innovations in food packaging*. 1ra ed. Elsevier, 2005.
- [3] J. A. Martín Gago, "La microscopía para el estudio de materiales y láminas delgadas", pp. 519-540, 1997.
- [4] B. S. Hayes y L. M. Gammon. *Optical microscopy of fiber-reinforced composites*. ASM international, Ohio USA, 2010.
- [5] A. Girão. "SEM/EDS and optical microscopy analysis of microplastics". *Handbook of Microplastics in the Environment*, pp. 1-22, 2020.
- [6] S. Mali, M. V. E. Grossman, M. A. García, M. N. Martino y N. E. Zaritzky, "Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films", *Carbohydrate Polymers*, vol. 56(2), pp. 129-135, 2004.
- [7] R. Haynes. *Optical microscopy of materials*. Springer Science & Business Media. New York USA, 2013.
- [8] P. J. Harris "Microscopy and literature", *Endeavour*, vol. 43(3), p. 100695, 2019. Disponible en: https://centaur.reading.ac.uk/87012/1/Harris_Endeavour.pdf