



CUALTIA: Ciclo de Conferencias y Simposium Agroalimentario

Revista Digital del IPN, UPIIZ - Año 1, No. 1 mayo 2024



CUALTIA
Memorias

ISSN: En trámite

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

IPN UPII ZACATECAS

Arturo Reyes Sandoval

Director General

Mauricio Igor Jasso Zaranda

Secretario General

Ismael Jaidar Monter

Secretario Académico

Ana Lilia Coria Páez

Secretaría de Investigación y Posgrado

Yessica Gasca Castillo

Secretaría de Innovación e Integración Social

Marco Antonio Sosa Palacios

Secretario de Servicios Educativos

Javier Tapia Santoyo

Secretario de Administración

Marco Antonio Ramírez Urbina

Coordinador de Imagen Institucional

Orlando David Parada Vicente

Coordinador General de Planeación e

Información Institucional

Marx Yazalde Ortiz Correa

Abogado General

Modesto Cárdenas García

Presidente del Decanato

Fernando Flores Mejía

Director de la Unidad Profesional
Interdisciplinaria de Ingeniería Campus
Zacatecas

Roberto Oswaldo Cruz Leija

Subdirector Académico Interino

Oscar Fabricio Valdez Castillo

Subdirector de Servicios Educativos e Integración
Social

Rafael Flores Pinedo

Subdirector Administrativo

Oscar Javier Ramos Herrera

Editor en Jefe

Emmanuel Cabañas García

Soporte Técnico

Irma Yvette López Serrano

Diseño y Desarrollo Web

Carolina Estefanía Chávez Murillo

Coordinadora Administrativa



CINTILLO LEGAL

CUALTIA: CICLO DE CONFERENCIAS Y SIMPOSIUM AGROALIMENTARIO, año 1, número 1, mayo 2024, es una publicación anual editada por el Instituto Politécnico Nacional a través de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas. Calle Circuito del Gato N° 202, Col. Ciudad Administrativa, Zacatecas, Zac. C.P. 98160, México. Tels.: 01-492-9242419. Conmutador IPN: 57296000, Ext. 83557. <https://www.zacatecas.ipn.mx/cualtia.html> . Editor responsable: M. en C. Oscar Javier Ramos Herrera. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2023-061515131300-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas. M. en C. Oscar Javier Ramos Herrera., Calle Circuito del Gato N° 202, Col. Ciudad Administrativa, Zacatecas, Zac. C.P. 98160, fecha de última modificación, 30 de mayo de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

CONTENIDO

Mensaje Editorial	3
Directorio CUALTIA 2023	4
Índice de Memorias	5
Reseñas Symposium	7



MENSAJE EDITORIAL

Queridos lectores.

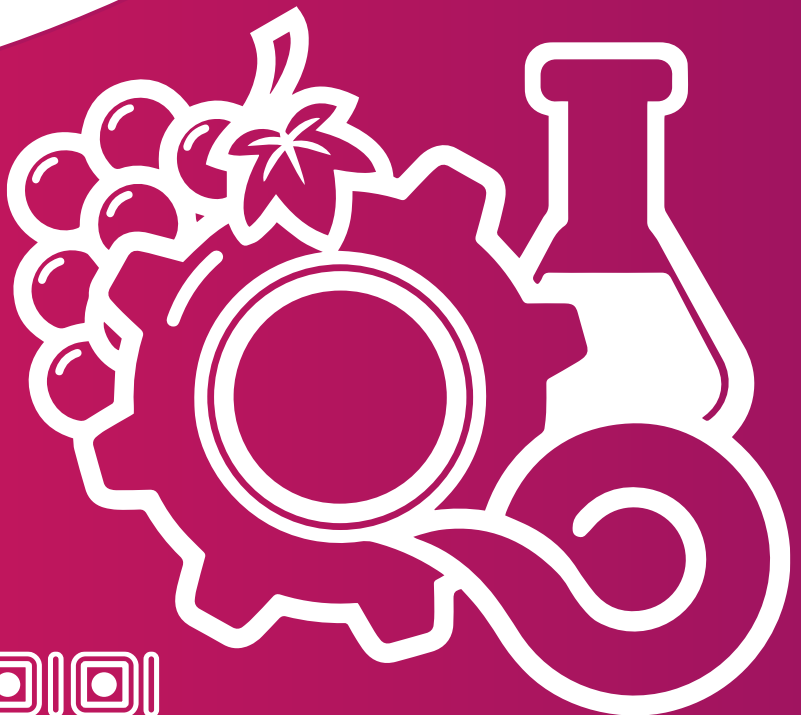
Me llena de orgullo presentarles, por primera vez la primera edición de nuestra revista. La cual, después de todas estas 10 ediciones de nuestro magno evento logra ver sus frutos. CUALTIA, del náhuatl "alimentar", es un espacio en el cual se presentan los avances en el ramo de la Ingeniería en Alimentos, con el objetivo de dar a conocer a toda la comunidad y el público en general de como la alimentación influye en todos los aspectos de la vida humana.

En este número, se presentarán las memorias del 10° Ciclo de Conferencias y 5° Simposium Agroalimentario, CUALTIA 2023, que se llevó a cabo del 2 al 6 de octubre y que fue organizado por la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas del Instituto Politécnico Nacional.

Con este primer paso, podemos ir perfeccionando nuestro evento que va creciendo cada año y así seguir poniendo ...

“La Técnica al Servicio de la Patria”

M. en C. Oscar Javier Ramos Herrera
Editor en Jefe



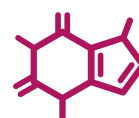
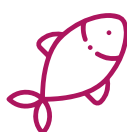
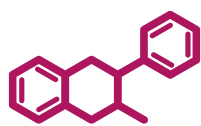


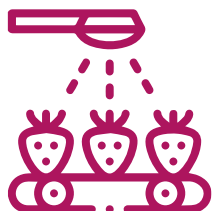
DIRECTORIO CUALTIA 2023

COMITÉ ORGANIZADOR	APOYO AL COMITÉ ORGANIZADOR	COMITÉ CIENTÍFICO
Oscar Javier Ramos Herrera (Coordinador) UPIIZ-IPN	Tania Camila Rodríguez Ortiz UPIIZ-IPN	Oscar Javier Ramos Herrera (Coordinador) UPIIZ-IPN
Irma Yvette López Serrano UPIIZ-IPN	Esteban Enrique Peñalver Ruiz Esparza UPIIZ-IPN	Carolina Estefanía Chávez Murillo UPIIZ-IPN
Carolina Estefanía Chávez Murillo UPIIZ-IPN	José Andrés Vitela González UPIIZ-IPN	Irma Yvette López Serrano UPIIZ-IPN
Adriana Castañeda Pérez UPIIZ-IPN	Miguel Alejandro Méndez Hernández UPIIZ-IPN	Emmanuel Cabañas García CECyT 18-IPN
Martha María Macías Ramos UPIIZ-IPN	Jessica Figueroa Garcia UPIIZ-IPN	Karol Karla García Aguirre UPIIZ-IPN
Juan Armando Chávez Rosales UPIIZ-IPN	Tanya Paola López Hernández UPIIZ-IPN	Cynthia Pamela Del Río Galván UPIIZ-IPN
Ana Brizeiry Rodríguez González UPIIZ-IPN	Rebecca Lee Carrillo UPIIZ-IPN	Fernando García Flores UPIIZ-IPN
	Axel Neftali Cruz Quijas UPIIZ-IPN	
	Jesús González Jaramillo UPIIZ-IPN	



ESTANDARIZACIÓN DE UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT CON CARACTERÍSTICAS ANTIOXIDANTES A NIVEL LABORATORIO	9
Zavala Castillo Sergio, Garrido Gutiérrez Margarita Ivonne, Velásquez Martínez Juan Antonio	
ESTIMACIÓN DEL DESPERDICIO DE ALIMENTOS DURANTE LA ETAPA DE CONSUMO EN LA ZONA URBANA DE GUADALUPE, ZACATECAS	10
García-Murillo, F.Y., Acuña-Ortiz, C.F., Del Río-Galván, C.P.	
USO DEL HONGO TRICHODERMA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS PLANTAS	11
Sepúlveda-Jiménez Gabriela	
EMPLEO DE BACTERIAS Y HONGOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE EDULCORANTES EN <i>Stevia rebaudiana</i>	12
Rodríguez Monroy Mario	
LA BIOTECNOLOGÍA EN LA INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS	13
Cruz Sosa Francisco	
BIOESTIMULANTES AGRÍCOLAS: CONCEPTO Y EFECTO EN CULTIVOS VEGETALES	14
Benítez García Israel	
EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN EN EL COEFICIENTE DE PELÍCULA Y FLUX TRANSMEMBRANA SOBRE ESPACIADORES MULTICAPA MEDIANTE DESTILACIÓN CON MEMBRANA	15
Sánchez Ruiz Jennifer Montserrat, González Rodríguez Luis Mario, Inchaurregui Méndez Horacio	
FITOQUÍMICOS Y PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS DE DURAZNO CULTIVADO EN ZACATECAS	16
Oropeza de Lara José Misael, Villa Rivera Joan Román Eduardo, de Luna Arias Ramiro Manuel, Aguayo Rojas Jesús	
<i>Acheta domesticus</i> PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE GRILLO PARA LA PREPARACIÓN DE PRODUCTOS PROTEICOS COMO ALTERNATIVA DEL CONSUMO DE CARNE	17
Alvarado-Ramos Camila, García-López Ana Yailin, García-Castañeda Ludwika Paola, Miramontes-Cabrera Dania, Gómez-García Argelia Deselina, Picos-Benítez Alain Ricardo	
COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE DOS TIPOS DE MIEL COSECHADAS EN ZACATECAS	18
García Aguirre Karol Karla, Chávez Rosales Juan Armando	
EFFECTO DEL PROCESO DE COCCIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE METABOLITOS SECUNDARIOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN FLORES DE <i>Erythrina americana</i>	20
Loera Lamas Andrea Lizeth, Chávez Murillo Carolina Estefanía, Gómez Aguirre Yenny Adriana, Cabañas García Emmanuel	
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES HÍBRIDOS A BASE DE ZnO con SnO₂ Y GRAFENO PARA REMOVER CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUA	24
Alvarado-Hernández Axel, Rosas del Villar Alejandro, Picos-Benítez Alain R., Martínez- Vargas Blanca L.	





ÍNDICE DE MEMORIAS

OTRAS ÁREAS

EL CLIMA ORGANIZACIONAL EN LOS DOCENTES DE LA UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS Y LA RELACIÓN EN SU PRODUCTIVIDAD 25

Ordóñez Gutiérrez Mario César

RECUPERACIÓN DE COBRE A PARTIR DE MUESTRAS DE ESCORIA; PRUEBAS POR LIXIVIACIÓN, FUNDICIÓN, SEPARACIÓN ELECTROSTÁTICA Y DISOLUCIÓN CON AGUA REGIA 26

Revels Espinoza Juan Francisco, Gutiérrez Pérez Víctor Hugo, Olvera Vázquez Seydy Lizbeth, Arellano Sosa Perla María, Bernabé Sosa Daniela, Pinales Galván Alondra Iveth

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD DE ALEACIONES DE ALUMINIO 30

Bernabé Sosa Daniela, Olvera Vázquez Seydy Lizbeth, Gutiérrez Pérez Víctor Hugo, Alanis Hernández Daniel Israel, Pinales Galván Alondra Iveth.

CONSTRUCCIÓN DE HORNO PARA PROCESO DE DEPLATADO EN LA REFINACIÓN DE PLOMO 31

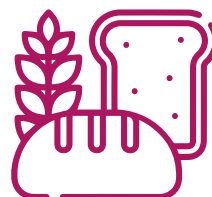
Licia Rojas Hernández, Víctor Hugo Gutiérrez Pérez, Seydy Lizbeth Olvera Vázquez, Juan Francisco Revels Espinoza, Ernesto Emmanuel Vázquez Sánchez, Luis Ramón Arellano Piña.

RECICLADO DE POLVOS DE ZINC PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE FUNDICIÓN DE HIERRO 33

Licia Rojas Hernández, Víctor Hugo Gutiérrez Pérez, Seydy Olvera Vázquez, Jacqueline Hernández Domínguez, Daniela Bernabé Sosa, Alondra Iveth Pinales Galván

ESTUDIO DEL EFECTO DE COMPOSICION “x” EN LAS PROPIEDADES DE PELÍCULAS DELGADAS DE CdS_{1-x}Se_x PARA SU APLICACIÓN COMO CELDA SOLAR 37

A.A Alba-Castillo, E.J Castillo-Ibarra, D.L. Martínez-Hernández, L.A Rodríguez-Olvera, L.R. Arellano-Piña, E.A Sánchez Ramírez



RESEÑAS SIMPOSIUM

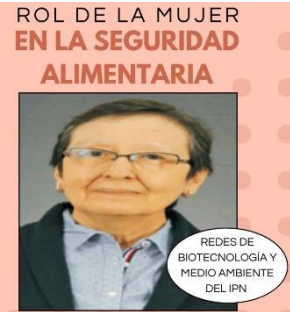
A continuación, se hará una breve reseña de las conferencias magistrales y plenarias de distinguidos investigadores participantes en CUALTIA 2023.

INGENIERÍA EN ALIMENTOS EN LAS REDES SOCIALES



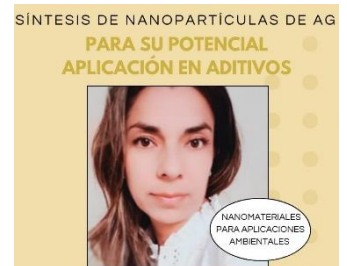
I.A. Mariana Godínez Zapién, presentó la conferencia “Ingeniería en Alimentos en las Redes Sociales”. En la cual, presento las nuevas tendencias de hacer divulgación científica relacionadas a alimentos en distintas redes sociales; mostrando su alcance a las nuevas generaciones.

M. en C. Roberto Briones Martínez, presentó la conferencia “Mexicaina, una enzima descubierta en el IPN”. Mostrando la historia científica del Instituto Politécnico Nacional a través del tiempo. Recalcando las investigaciones del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos.



M. en C. María Isabel Cortés Vázquez, presentó la conferencia “Rol de la Mujer en la Seguridad Alimentaria”. Contando las experiencias y vivencias de las mujeres en el ámbito científico actual, fomentando tener siempre una perspectiva de género en cualquier aspecto de la ciencia.

Dra. Blanca Lorena Martínez Vargas, presentó la conferencia “Síntesis de Nanopartículas de Ag, para su potencial aplicación en Aditivos”. Mostrando alternativas en el desarrollo de nuevos productos aplicando nanopartículas de distintos materiales que pueden llevar sabores y colores.



Dr. Hans Christian Correa Aguado, presentó la conferencia “El Oro Verde de los Alimentos: Microalgas”. Indicando el uso de las nuevas tendencias en el desarrollo de productos alimenticios, aprovechando fuentes no convencionales y de fácil producción, haciendo así productos con alto valor agregado.

RESEÑAS SIMPOSIUM

LA INOCUIDAD ALIMENTARIA Y EL CONCEPTO DE UNA SOLA SALUD



Dra. Verónica Segovia Tagle, presentó la conferencia “La Inocuidad Alimentaria y el Concepto de una Sola Salud”. Mostró un enfoque en el que la salud humana esta ligada a los animales y al medio ambiente, por lo que hay que equilibrar y optimizar de forma sostenible todos los parámetros que van a afectar a la salud humana.

M. en C. Manuel Juárez García, presentó la conferencia “La Importancia de la Investigación y Generación de Nuevos Alimentos”. El desarrollo de nuevos productos implica una ardua investigación documentada, además de un arduo trabajo experimental; por lo que en esta presentación se recalca su importancia.

IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN Y GENERACIÓN DE NUEVOS ALIMENTOS



METABOLITOS VEGETALES DE INTERÉS EN LA ALIMENTACIÓN



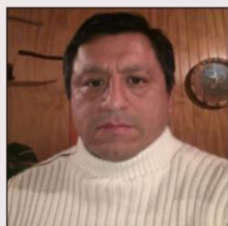
Dra. Yenni Adriana Gómez Aguirre, presentó la conferencia “Metabolitos Vegetales de interés en la Alimentación”. Demostrando que los cultivo in vitro de material vegetal es una alternativa de obtener biomoléculas de carácter relevante para la industria alimentaria, utilizándolos como aditivos o ingredientes funcionales.

Dra. Kalina Bermudez Torres, presentó la conferencia “Biodiversidad y Seguridad Alimentaria”. En el marco de los acuerdos de la FAO, la seguridad alimentaria es de los puntos importantes en las agendas de los países; por lo que en los países megadiversos como México la seguridad alimentaria va ligada a la biodiversidad, ya que no pueden existir la una sin la otra. Así para poder asegurar los alimentos para la población tenemos que conservar nuestra biodiversidad.

BIODIVERSIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA



METABOLITOS SECUNDARIOS USADOS EN ESTRATEGIAS “GREEN”



Dr. Carlos Alberto Areche Medina, presentó la conferencia “Metabolitos secundarios usados en estrategias green”. Las estrategias de utilizar compuestos amigables con el medio ambiente, tiende a ser algo fundamental en la industria actual, por lo que se pueden usar compuestos bioactivos para mejorar procesos y desarrollos en la industria actual.

ESTANDARIZACIÓN DE UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT CON CARACTERÍSTICAS ANTIOXIDANTES A NIVEL LABORATORIO

Zavala Castillo Sergio^a, Garrido Gutiérrez Margarita Ivonne^b, Velásquez Martínez Juan Antonio^c

^{a,b,c} Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas (UPIIZ-IPN), Ingeniería en Alimentos, Zacatecas Zacatecas, CP 98160.

Palabras clave: estandarización, yogurt, uva, antioxidante

Introducción. El yogurt es un producto lácteo fermentado por bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* [1,2]. En el presente proyecto se llevó a cabo la estandarización de un proceso de elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio. La estandarización consistió en utilizar y modificar una metodología base, variando las cantidades de cultivo láctico adicionada 5%, 15% y 25% (p/v), permaneciendo fijos los tiempos de pasteurización e incubación. Las variables que permitieron evaluar la calidad de los experimentos fueron pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, consistencia, viscosidad, sinéresis, azúcares totales, capacidad antioxidante, tiempo de vida y finalmente una evaluación sensorial.

Materiales y Métodos. Los distintos tratamientos se llevaron a cabo por triplicado. Las técnicas analíticas fueron realizadas de acuerdo a lo estipulado por la norma NOM-181-SCFI-2010. La aceptación del producto se evaluó sobre las características sensoriales como el olor, color, sabor, acidez y consistencia. Se utilizó el producto de cada tratamiento y un producto comercial. La evaluación utilizó una escala hedónica de 5 puntos. Se seleccionó un grupo de 35 panelistas no entrenados.

Resultados y discusiones. Los resultados de las propiedades fisicoquímicas evaluadas aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del tratamiento al 25%

Yogurt 25% (p/v)	Uva
pH	4.48 ± 0.015
Acidez (% ácido láctico)	0.52 ± 0.051
Sólidos solubles (°Brix)	10.6 ± 0.3
Viscosidad (cP)	768 ± 0
Consistencia	16.33 ± 0.288
Sinéresis (% sinéresis)	67.16 ± 0.288
Azúcares totales (mg/mL)	4.17 ± 0.104
Capacidad antioxidante (TEAC mM)	3.19 ± 0.307

*TEAC: Actividad antioxidante expresada en equivalentes de Trolox mM (mmol/L). Los valores de Media representan las medias de tres réplicas ± DS desviación estándar.

En la figura 1 se muestran los resultados de la evaluación del sabor, se muestra que la mayor aceptación entre los tratamientos corresponde al del 25%, aunque resulta menor a la del producto comercial.

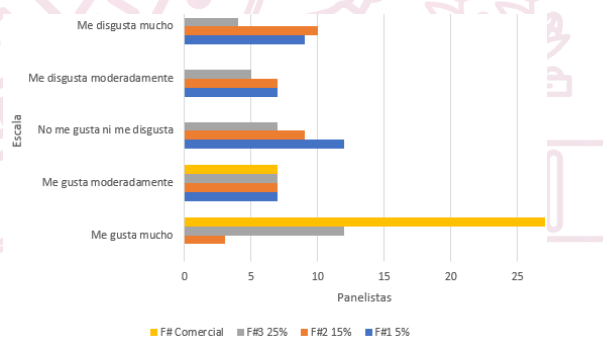


Fig. 1. Evaluación de sabor en las diferentes formulaciones.

Conclusiones. La formulación del 25% (p/v) en el inóculo y con adición de uva cumplió con el pH y acidez mínimos estipulados por la norma. La adición de uva permitió un aumento en la capacidad antioxidante de 1.38 a 3.19 TECmM.

Agradecimientos. Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento otorgado al proyecto SIP 20226891.

Referencias.

- López, D. M. (2020). Empleo de bebida de avena (*Avena sativa* L.) en la elaboración de yogurt. Trabajo experimental. 35.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.

ESTIMACIÓN DEL DESPERDICIO DE ALIMENTOS DURANTE LA ETAPA DE CONSUMO EN LA ZONA URBANA DE GUADALUPE, ZACATECAS

García-Murillo, F.Y.^a, Acuña-Ortiz, C.F.^a, Del Río-Galván, C.P.^a

^a Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas. Zacatecas. C.P. 98160. cdelrio@ipn.mx

Palabras clave: Consumo de alimentos, desperdicio per cápita, grupos de alimentos.

Introducción. El desperdicio alimentario representa implicaciones sociales, económicas y ambientales. En México, un tercio del alimento que se produce se desperdicia, por lo que el objetivo de esta investigación fue estimar la cantidad de alimentos por grupo que se desperdician por los habitantes de la zona urbana de Guadalupe, Zacatecas y compararlo con el promedio nacional.

Materiales y métodos. Se aplicaron 390 encuestas a los habitantes de la zona urbana de Guadalupe, Zac. sobre sus hábitos de consumo y desperdicio de alimentos. Se estimó el desperdicio de acuerdo con los índices de pérdida de alimentos establecidos por el grupo técnico de pérdidas y mermas de alimentos en México [1].

Resultados y discusión. Los hábitos de adquisición y consumo juegan un papel determinante en el desperdicio de alimentos (Fig. 1).

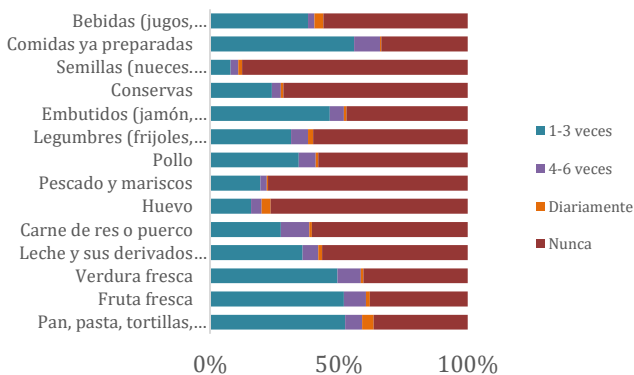


Fig. 1. Frecuencia de desperdicio de alimentos en la zona urbana de Guadalupe, Zac. (n=390)

Los encuestados refirieron que las principales causas del desperdicio de alimentos son mal aspecto (79.5%), mal sabor/olor (84.4%) y deficiencias en la conservación (67%). Según la estimación realizada, el desperdicio de alimentos en Guadalupe, Zac. (Tabla 1), se sitúa 21.29% por encima de la media nacional de 94 kg/año.

Tabla 1. Estimación de desperdicio de alimentos en la zona urbana de Guadalupe, Zac.

Grupo de alimentos	Consumo anual zona urbana (ton/año)	Alimento representativo del grupo	Índice de pérdida ^[1] (%)	Desperdicio (ton/año)	Desperdicio per cápita (kg/año)
Verduras frescas	7 547.15	Jitomate	28.86	2 178.11	17.28
Frutas frescas	7 712.32	Naranja	23.22	1 790.80	14.20
Carne	6 806.50	Carne de puerco	40.91	2 784.54	22.09
Legumbres	4 049.94	Frijol	24.96	1 010.86	8.02
Cereales	5 126.40	Tortilla	29.39	1 506.64	11.95
Huevo	4 117.99	Huevo blanco y rojo	37.66	1 550.83	12.30
Bebidas	6 351.09	Leche de vaca	57.14	3 629.01	28.79
Total	53 431.66	-	-	15 052.37	119.43

Conclusiones. En la zona urbana de Guadalupe, Zac. se desperdicia 21.29% más alimentos respecto al promedio nacional.

Referencias.

[1] Aguilar G. (s.f.). Grupo Técnico de Pérdidas y Mermas de Alimentos en México. Secretaria de Desarrollo Social. México.

USO DEL HONGO TRICHODERMA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS PLANTAS

Sepúlveda-Jiménez Gabriela^a

^a Departamento de Biotecnología, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. Correo: gsepulvedaj@ipn.mx

Las plantas mantienen una estrecha relación con los microorganismos que habitan en el suelo. Los microorganismos pueden ser patógenos o benéficos. Hay bacterias, hongos, virus y nematodos que causan enfermedades en las plantas. Pero también hay bacterias y hongos que benefician a las plantas, ya que promueven su crecimiento y desarrollo, y las protegen de los patógenos. Las plantas por las raíces perciben la presencia de los microorganismos y se genera una comunicación química entre ambos. La comunicación entre planta y microorganismos es sorprendente, porque es específica y diferente si es un patógeno o el microorganismo es benéfico.

Los hongos *Trichoderma* son microorganismos benéficos, que también se les conoce como agentes de control biológico y bioestimulantes. En el control biológico, *Trichoderma* detiene el crecimiento de hongos patógenos. Pero también *Trichoderma* genera una respuesta de defensa en las plantas que las protege contra patógenos.

Como bioestimulante, *Trichoderma* promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas. En la comunicación de *Trichoderma* con las raíces de las plantas, hay un beneficio mutuo. *Trichoderma* sintetiza una hormona vegetal que promueve el crecimiento de las raíces. Como hay más espacio y nutrientes, *Trichoderma* crece más en las raíces, mientras que la planta absorbe más nutrientes y también, crece más. Además, en la planta se sintetizan compuestos químicos que participan en la

defensa de las plantas. Los compuestos químicos tienen actividad contra microorganismos patógenos. Otros, como los compuestos fenólicos tienen actividad antioxidante. En la planta, los antioxidantes protegen de la oxidación que se causa por estrés como es la sequía y la salinidad. Así como, la exposición excesiva al cobre, que es un metal que se encuentra en diversos fungicidas de origen sintético que se usan en la agricultura.

El agricultor recibe diversos beneficios al aplicar *Trichoderma* en los cultivos: aumentar la productividad, obtener plantas con mejores características de calidad y nutricionales, y reducir el uso de agroquímicos que dañan al ambiente y la salud. Por ejemplo, cuando se aplica *Trichoderma* en el cultivo de la cebolla, se reduce las enfermedades en las hojas y bulbos que son causadas por hongos patógenos (Zapata-Sarmiento et al. 2020), aumenta el crecimiento de los bulbos, el contenido de los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante, que son características nutricionales de la cebolla. Asimismo, es posible reducir la fertilización química hasta en un 50% (Ortega-García et al., 2015).

Referencias.

- Ortega-García, et al., 2015. Effect of *Trichoderma asperellum* applications and mineral fertilization on growth promotion and the content of phenolic compounds and flavonoids in onions. *Sci. Hortic.* 195: 8–16.
- Zapata-Sarmiento, et al., 2020. *Trichoderma asperellum*, a potential biological control agent of *Stemphylium vesicarium*, on onion (*Allium cepa* L.). *Biol. Control* 140: 104105.

EMPLEO DE BACTERIAS Y HONGOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE EDULCORANTES EN *Stevia rebaudiana*

Rodríguez Monroy Mario^a

^a Departamento de Biotecnología, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN. mrmonroy@ipn.mx

Stevia rebaudiana es una planta que produce glucósidos de esteviol (GS) y compuestos fenólicos (CF), que tienen propiedades edulcorantes y antioxidantes, respectivamente. Los GS son compuestos usados como sustitutos del azúcar en la preparación de varios alimentos.

Con el objetivo de conocer e implementar estrategias biotecnológicas que puedan ser incorporadas para una producción sustentable de plantas de *S. rebaudiana*. En el CEPROBI, se ha estudiado el uso de biorreactores para la micropropagación de plantas de *S. rebaudiana* y la utilización de microorganismos que pueden vivir en simbiosis con la planta (hongos micorrizicos y bacterias endófitas), para favorecen la acumulación de los GS y CF.

La micropropagación de las plantas de *S. rebaudiana* en los biorreactores presenta varias ventajas: se asegura la producción de plantas sanas, con características de crecimiento sobresalientes (incremento en el tamaño, mayor número de hojas y raíces), se obtienen plantas libres de patógenos, es un proceso automatizado que puede ser escalado para una producción comercial (Oviedo-Pereira, *et. al.*, 2015).

Con el empleo de hongos micorrizicos, se observó que la simbiosis de la planta con el hongo, depende de la concentración de fosfato. Pero que una dosis adecuada, favorece la colonización del hongo y promueve el crecimiento de plantas, el funcionamiento del fotosistema y de asimilación de nutrientes como el magnesio. Además, se evidenció que la acumulación de los compuestos GS y los CF ocurre en los tricomas de las hojas. La mejora en la

acumulación de los compuestos está asociada con cambios en la expresión de genes de la ruta de biosíntesis (Sarmiento-López *et al.*, 2020).

Con las bacterias endófitas, se observó que se mejora la acumulación de los GS y CF, pero no se promueven el crecimiento de las plantas. Se evidenció mediante diferentes técnicas de microscopia, que la acumulación de los compuestos se relaciona con un mayor número de tricomas en las hojas y con los cambios en la expresión de algunos genes de la ruta de biosíntesis (Oviedo Pereira *et. al.*, 2022).

En conclusión, el uso de estrategias biotecnológicas como, el empleo de biorreactores para la micropropagación de plantas de *S. rebaudiana* y de hongos micorrizicos y bacterias endófitas pueden ser incorporados a las prácticas de producción de la planta en un esquema sustentable.

Agradecimientos. A la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN (Proyectos 20210733, 202200672)

Referencias

Oviedo-Pereira, *et. al.*, 2015. Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni, un cultivo promisorio para México. *BioTecnología* (México), 19 (2): 14-27.

Oviedo Pereira, *et. al.*, 2022. Enhanced specialized metabolite, trichome density, and biosynthetic gene expression in *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni plants inoculated with endophytic bacteria *Enterobacter hormaechei*. *PeerJ*. 10:e13675.

Sarmiento-López, *et al.*, 2020. Photosynthetic performance and stevioside concentration are improved by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in *Stevia rebaudiana* under different phosphate concentrations. *PeerJ*. 8:e10173.

LA BIOTECNOLOGÍA EN LA INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

Cruz Sosa Francisco^a

^a Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa Ciudad de México C.P. 09310

Palabras clave: Alimentos, Biotecnología, Ingeniería.

Introducción. La economía mundial cambia aceleradamente, al igual que la tecnología y los procesos de producción en el campo de los alimentos. Es por ello que nuestro país requiere avanzar en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la ingeniería para mejorar, conservar y comercializar los productos alimentarios. Para hacer frente a este reto es necesario contar con profesionales altamente capacitados para identificar, innovar y aplicar nuevos procesos de producción.

Materiales y Métodos. La información de las Licenciaturas en Ingeniería en Alimentos se obtuvo de los datos que las diferentes instituciones tienen en los navegadores Web.

Resultados y discusiones. La Ingeniería en Alimentos proporciona sólidos conocimientos en las ciencias biológicas e ingeniería, para aplicar los principios fundamentales de la ingeniería y la tecnología de alimentos, con una formación integral vinculada al desarrollo humanista y ético. Lo cual lleva al dominio de las bases teóricas fundamentales para procesar y transformar los alimentos, con el propósito de mantener y mejorar la calidad de los mismos. Esto a su vez, permitirá participar en el diseño, optimización e innovación de equipos,

tecnología y productos en la industria alimentaria, útiles en procesos eficientes y sustentables.

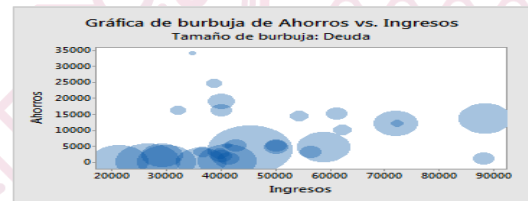


Fig. 1. Para títulos y pies de figura utilizar letra Times New Roman 10 puntos, centrado.

Conclusiones. Los egresados de la Licenciatura en Ingeniería en Alimentos en relación con la Biotecnología deben de participar en la innovación y mejora de los procesos de la industria de los alimentos con el objetivo de que la población esté mejor alimentada. El procesamiento de los alimentos es fundamental debido a las preferencias del consumidor, por lo que es deseable generar alimentos saludables, con un alto poder nutritivo, que tengan inocuidad alimentaria y que sean de fácil consumo.

Referencias.

Cabañas-García, *et al.*, 2021. Biomass production and secondary metabolite identification in callus cultures of *Coryphantha macromeris* (Engelm.) Britton & Rose (Cactaceae), a traditional medicinal plant. *South African J. Botany*. 137: 1–9.



BIOESTIMULANTES AGRÍCOLAS: CONCEPTO Y EFECTO EN CULTIVOS VEGETALES

Benítez García, Israel

^a Universidad Politécnica de Sinaloa, Ingeniería en Biotecnología, Maestría en Ciencias Aplicadas.

ibenitez@upsin.edu.mx

Los bioestimulantes de acuerdo a du Jardin, P. (2015) se definen como “cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o las características de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes” por extensión, los bioestimulantes también se designan a productos comerciales que contienen mezclas de dichas sustancias y/o microorganismos.

Los bioestimulantes pueden diferenciarse según su composición u origen, de acuerdo a Rouphael & Colla (2020) estos son: Compuestos ácidos (Sustancias húmicas, Humus y ácido fúlvico), Microorganismos (Micorrizas, *Trichoderma*, *Rizobium* y Hongos benéficos), extractos orgánicos (Vegetales y Algales) y otros como aminoácidos, poliaminas, quitosano e hidrolizados proteínicos.

Efecto bioestimulante.

Los bioestimulantes estimulan la germinación, el crecimiento de los germinados y las plantas, así mismo, mejoran el rendimiento del cultivo, y otorga resistencia a estrés biótico, mejorando así la calidad del producto agrícola, reduciendo la necesidad de uso excesivo de fertilizantes (Rouphael, Y., & Colla, G., 2020).

Modo de aplicación y mecanismo de acción.

La aplicación de los bioestimulantes se da en pequeñas concentraciones, por vía foliar y/o radicular. Estas sustancias cuando se aplican de forma exógena tienen acciones similares a hormonas

vegetales (auxinas, giberelinas y citoquininas) emulando su efecto, un ejemplo de ello son: los extractos algales, humus e hidrolizados proteínicos.

En particular, los datos disponibles hasta el momento sugieren que los bioestimulantes pueden promover la activación del metabolismo del nitrógeno y carbono o la liberación de fósforo de los suelos hasta la estimulación del crecimiento de las raíces, mediante la asimilación de nutrientes disponibles y aumentando el intercambio de cationes del suelo a través del suministro de nitrógeno y quelantes. Por ejemplo, Los compuestos húmicos reducen el pH del suelo y la superficie de la raíz al aumentar la actividad de la membrana plasmática H⁺-ATPasa que libera H⁺ en el suelo, un pH más bajo del suelo mejora la disponibilidad y la absorción de nutrientes (Rouphael, Y., & Colla, G., 2020).

Conclusiones

En la actualidad existen diversas investigaciones para obtener bioestimulantes a partir de subproductos agrícolas, con ello se contribuye a hacer que la agricultura sea más sostenible. Por ejemplo, hidrolizados proteínicos a partir de sub productos de la pesca, de residuos agrícolas y de subproductos cárnicos.

Referencias.

- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 11, 40.

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN EN EL COEFICIENTE DE PELÍCULA Y FLUX TRANSMEMBRANA SOBRE ESPACIADORES MULTICAPA MEDIANTE DESTILACIÓN CON MEMBRANA

Sanchez Ruiz, Jennifer Montserrat^a, González Rodríguez, Luis Mario^a, Inchaurregui Méndez, Horacio^a

^a Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional, Blvd. Del Bote 202 Cerro del Gato Ejido la Escondida, Col. Ciudad Administrativa, 98160, Zacatecas, México. jsanchez1827@alumno.ipn.mx

Palabras clave: °Brix, fenómenos de transporte, jugo de naranja, Módulo de Membrana en Espiral, viscosidad.

Introducción. La destilación con membrana se ha introducido como una nueva técnica para concentrar jugos de fruta sensibles al calor. Su principal ventaja es la alta retención de especies, bajo consumo de energía y pérdidas mínimas de nutrientes y sabores [1]. Es un método de separación el cual opera a una temperatura relativamente baja (50-80°C) y presión atmosférica. La alimentación caliente se pone en contacto con una membrana, mientras la corriente fría fluye al otro lado en el permeado [2]. Sin embargo, una de las limitaciones que tiene esta tecnología es el ensuciamiento y taponamiento de la membrana, ya que esto provoca problemas de fenómenos de transporte [3]. Por lo que, el objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la concentración sobre los coeficientes de película y de fricción en el desempeño de espaciadores multicapa.

Materiales y Métodos. Se desarrollo un modelo de simulación que consta de un canal de alimentación y dos canales de permeado, con espaciadores circulares y elípticos con el software COMSOL. Utilizando las propiedades de transporte del jugo de naranja.

Resultados y discusiones. En la figura 1, se observa que el coeficiente de película de transferencia de calor no sigue una tendencia clara, ya que este coeficiente depende de diversos parámetros relacionados al flujo del fluido. Por el contrario, en la figura 2 se visualiza como el flux transmembrana aumenta conforme el número de Reynolds y con respecto a los °Brix disminuye ya que la fuerza impulsora se reduce debido a que se va concentrando el jugo.

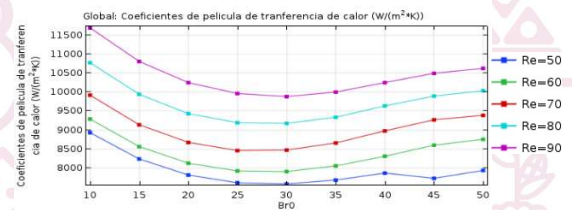


Fig. 1. Coeficiente de película de transferencia de calor a diferentes °Br y Re.

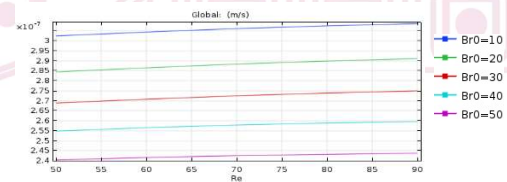


Fig. 2. Flux transmembrana respecto a Re.

Conclusiones. La concentración de jugo (aumento de °Br) proporciona un cambio en las propiedades de transporte. La densidad, viscosidad, conductividad térmica y capacidad calorífica son afectadas ya que dependen de la fracción de agua en el jugo. Para el caso del coeficiente de película no hubo tendencia en su comportamiento.

Referencias.

- [1] K. Bélafi-Bakó and B. Koroknai, "Enhanced water flux in fruit juice concentration: Coupled operation of osmotic evaporation and membrane distillation," *J. Memb. Sci.*, vol. 269, no. 1–2, pp. 187–193, 2006, doi: 10.1016/j.memsci.2005.06.034.
- [2] S. Noamani, S. Niroomand, M. Rastgar, A. McDonald, and M. Sadrzadeh, "Development of a self-sustained model to predict the performance of direct contact membrane distillation," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 263, May 2021, doi: 10.1016/J.SEPPUR.2021.118407.
- [3] R. Ávila-De Hernández and J. Bullón-Torrealba, "La concentración de jugos de fruta: Aspectos básicos de los procesos sin y con membrana," *Rev. la Fac. Ing.*, vol. 28, no. 3, pp. 65–76, 2013.



FITOQUÍMICOS Y PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS DE DURAZNO CULTIVADO EN ZACATECAS

Oropeza de Lara José Misael^a, Villa Rivera Joan Román Eduardo^a, de Luna Arias Ramiro Manuel^a, Aguayo Rojas Jesús^a

^a Universidad Autónoma de Zacatecas (Unidad Académica de Ciencias Químicas, Programa Académico Químico en Alimentos), Zacatecas, Zacatecas, C.P. 98160. misaelprius@gmail.com

Palabras clave: Fitoquímicos, capacidad antioxidante, potencial antihipertensivo.

Introducción. Las frutas contienen altos niveles de compuestos bioactivos que imparten beneficios más allá de los valores nutricionales básicos, los antioxidantes naturales han sido de interés debido a su seguridad y a su posible efecto benéfico a la salud humana. Los fitoquímicos son micronutrientes que están involucrados en una amplia gama de procesos bioquímicos y un adecuado consumo de estos, ayuda en la prevención de ciertas enfermedades crónicas degenerativas. El estado de Zacatecas, ocupa los primeros lugares en la producción de durazno y guayaba a nivel nacional, por lo que es importante evaluar sus potenciales nutraceuticos. Por lo que el objetivo de la investigación fue determinar los niveles de fitoquímicos y actividad antioxidante, así como el potencial antihipertensivo.

Materiales y Métodos. Se recolectaron muestras de guayaba en el municipio de Juchipila, Zacatecas y de durazno en el municipio de Jerez, Zacatecas, se determinó el contenido de fitoquímicos y la actividad antioxidante por los métodos de ABTS y DPPH. Se realizaron extractos con metanol (80%) y se evaluó la actividad antihipertensiva por medio de la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ECA).

Resultados y discusiones. La actividad antihipertensiva fue evaluada mediante la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina I, presentando una inhibición del 58% y el efecto antimicrobiano se determinó por el método de

difusión en disco, en cepas bacterianas de *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus*. El contenido de flavonoides y taninos fue de 247 y 410 mg equivalentes de catequina/100 g (bs); para fenólicos totales fue de 452 mg equivalentes de ácido gálico/100 g (bs) y para carotenoides 195 mg equivalentes de β -caroteno/100 g (bs). En cuanto a la capacidad antioxidante, se obtuvieron niveles de 3858 y 6215 μ mol equivalentes de Trolox/100 g (bs) para DPPH y ABTS, respectivamente. El extracto metanólico de durazno presento actividad antimicrobiana en todas las cepas bacterianas utilizadas, tanto en las Gram positivas como en las negativas.

Conclusiones. El durazno presento valores de actividad antioxidante y contenido de fitoquímicos superiores a los reportados en otros frutos y variedades de durazno, estos fitoquímicos podrían ser los responsables del efecto antimicrobiano y antihipertensivo, las harinas de este fruto pueden ser empleadas para la elaboración de alimentos funcionales

Referencias.

1. Álvarez, 2007. Extractos vegetales de uso enológico. *Enología*. 2: 15.
2. Adom, & Liu, 2002. Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 6182–6187.
3. Singleton *et al.*, 1999. Analysis of total Phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-165.

Acheta domesticus PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE GRILLO PARA LA PREPARACIÓN DE PRODUCTOS PROTEICOS COMO ALTERNATIVA DEL CONSUMO DE CARNE

Alvarado-Ramos Camila¹, García-López Ana Yailin¹, García-Castañeda Ludwika Paola¹, Miramontes-Cabrera Dania¹
Gómez-García Argelia Deselina^{1*}, Picos-Benítez Alain Ricardo^{1**}

¹Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 18, Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, Zac., 98160, México.

* argelia.quimica@gmail.com, ** apicosb@ipn.mx

Introducción.

La industria ganadera ha aumentado su impacto ambiental debido al incremento gradual de la población, por lo que existe la necesidad de buscar alternativas de alimentos ricos en proteína. El uso de insectos resulta en una alternativa viable gracias a que su crianza es de bajo costo de recursos naturales, fácil de manejar, y gracias a su alto contenido proteico puede ser utilizado para la elaboración de un producto para sustituir a la carne vacuna.



Figura 1. grillo *Acheta Domesticus*



Figura 2. Medallones receta final

Metodología.



Resultados y Discusión.

Grasas totales obtenidas de la extracción Soxhtel.

Cuadro 1. Grasa total de los medallones (g)

Muestras	Cantidad de grasa (g)	Porcentaje de grasa (%)
Arroz	0.6	12
Frijol	0.6	12

Concentración de proteínas de la destilación micro-Kjeldhal.

Cuadro 2. Contenido de nitrógeno en proteínas (%)

Muestras	Nitrógeno (%)
Arroz	6.63
Frijol	15.74

Análisis microbiológicos según la NOM-092-SSA1-1994

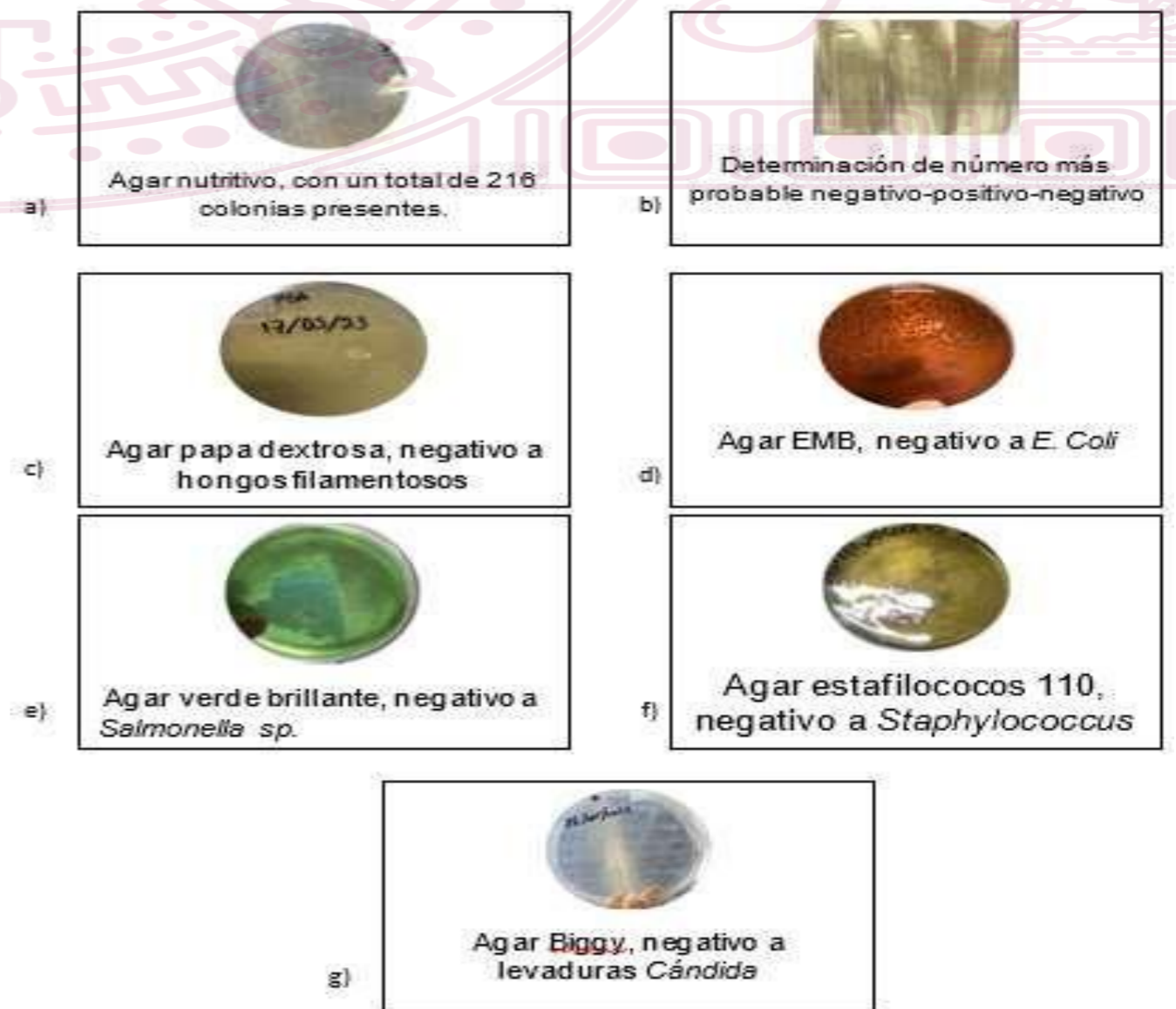


Figura 3. Determinación microbiológica.

Creación de la marca



Figura 4. Logotipo final.



Figura 5. sugerencia de consumo.

Conclusiones.

Los grillos como fuente de proteínas en sustitución de la carne vacuna muestran un potencial significativo en el campo de la alimentación. Ya que su cría requiere de menos recursos como agua, alimento y espacio en comparación de la ganadería convencional, lo que los convierte en una opción más sostenible.

Agradecimientos.

Agradecemos a la institución Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.18 y a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas, por brindarnos el material y un espacio en los laboratorios para la recopilación de datos experimentales, también a todos los docentes y personal de dichas instalaciones por su valioso tiempo, enseñanzas y apoyo, muchas a todos.

Referencias.

- Arévalo, L. (2015). Crianza del grillo (*Acheta Domesticus*) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. [En línea]. Universidad Ricardo Palma. Consultado el 03 de marzo del 2023 en: [file:///C:/Users/User/Downloads/Scientia2015Grillo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Scientia2015Grillo%20(1).pdf)
- Cabral, A. (2019). Releatorio de impacto ambiental. [En línea]. Estudio del Impacto Ambiental. Consultado el 01 de marzo de 2023 en: https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/R2238_2016_CRIA-Y-ENGORDE-DE-ANIMALES-BOVINOS-Y-PORCINOS_6641.16_NOVEX-SA.pdf
- Chellapermal, L. (2018). La cría de insectos comestibles en comparación con la producción de carne. [En línea]. Next Food. Consultado el 17 de

COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE DOS TIPOS DE MIEL COSECHADAS EN ZACATECAS

García Aguirre Karol Karla^a, Chávez Rosales Juan Armando^b

^{a,b} Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, Departamento de Formación Profesional Específica, Academia de Bioingeniería, Blvd. del Bote No. 202, Cerro del Gato, Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa, c. p. 98160 Zacatecas, Zac.

Palabras clave: miel, calidad, características fisicoquímicas

Introducción. La miel se compone esencialmente de diferentes azúcares, predominantemente fructosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección y sus cualidades como el sabor y el aroma varían, pero derivan de la planta de origen (Codex-alimentarius, 2020). La detección de adulteración en la miel de abeja es difícil debido a la gran variabilidad natural, las diferencias en las especies de plantas empleadas, madurez, medio ambiente, procesamiento y técnicas de almacenamiento. Por lo que la caracterización fisicoquímica del producto daría información sobre la calidad y pureza del producto la miel (Aljohar *et al.*, 2018).

Materiales y Métodos. Las muestras se colectaron de los municipios de Miguel Auza y de Ojocaliente, de floración de mezquite, las pruebas de pH, C.E, humedad y viscosidad se realizaron a 25°C y por triplicado. Los parámetros evaluados fueron: Medición de potencial de hidrógeno (pH) con la metodología de (Aljohar *et al.*, 2018) con algunas modificaciones empleando un potenciómetro Oakton700 ®, la Medición de viscosidad con la metodología propuesta por (Martin-Viaña *et al.*, 2002). La medición de humedad se realizó utilizando el refractómetro pocket PAL- 22S ® marca ATAGO, se registraron los valores promedio de las lecturas obtenidas y la determinación de densidad se

determinó por el método de Arquímedes detallado por (Niño, 2016).

Resultados y discusiones. La calidad de la miel de abeja está determinada por los valores presentados en la normativa, la NOM-NMX-F-036-981 y en el Codex Alimentarius CXS 12-1981, que establecen los límites máximos permisibles para obtener una miel aceptable, los resultados de los parámetros seleccionados para la caracterización se presentan en la tabla 1. Para el pH, los datos obtenidos están entre 4.46 ± 0.01 y 4.82 ± 0.01 , los valores bajos de pH evitan la proliferación de las bacterias dando mayor vida de anaquel al producto, en relación con la conductividad eléctrica (C.E), el valor máximo permisible es de 0.8 mS/cm, y las muestras evaluadas están dentro del valor máximo establecido por la norma CXS 12 – 1981 norma para la miel.

Respecto a la viscosidad, esta viscosidad alta registrada en ambas muestras se vincula a la pureza de la miel de abeja. Acerca del parámetro de humedad, los valores obtenidos se encuentran entre 12.90% y 13.80% de humedad estando dentro de los límites permisibles, < 20 % de contenido de agua (FAO, 2020). Por consecuencia dichos valores indican una madurez y momento de extracción adecuados para las muestras de miel producidas en el estado. Además de ser adecuado para evitar la proliferación microbiana.

La densidad de la miel de abeja varía según la procedencia, humedad y composición, según estudios realizados donde se reportan valores promedio en un rango de 1410-1450 kg/m³ (Guanín *et al.*, 2017), los resultados obtenidos son menores a los reportados pero puede deberse a las características de la flor, clima y otros factores.

Tabla 1. Valeros obtenidos para los parámetros determinados en las mieles

Muestra	Miel Santa	Miel don Colmenas
pH	4.82 ±	4.46 ± 0.01
C.E (mS)	0.76± 0.43	0.68± 0.45
Viscosidad(mPaS)	45333.33	102666.66
Humedad	12.90 ±	13.80± 0.00
Densidad kg/m ³	1280	1300

Conclusiones. Los valores de pH, C.E, humedad y viscosidad, concuerdan con lo reportado en el *Códex alimentarius*, la NOM-NMX-F-036-98, por lo que las mieles evaluadas cumplen con los criterios de calidad seleccionados.

Agradecimientos. Al Instituto Politécnico Nacional

Referencias.

Aljohar, Maher, Albaqami & Maha. (2018). Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 932-942.

Codex-alimentarius. (2020). *Fao.org*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de *Fao.org*: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>

FAO. (2020). *CODEX ALIMENTARIUS*. Recuperado el 16 de septiembre de 2020, de *CODEX ALIMENTARIUS*: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>

Martín-Viaña., I. Morales & Y. Cordovés. (2002). Uso de la reología en la evaluación de la jalea dentífrica fluida. *Revista Cubana de Farmacia*.

Niño, L. V. (2016). Dificultades del Aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la Flotación. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.

NMX-F-036-981. MIEL DE ABEJA. ESPECIFICACIONES. NORMA MEXICANA. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. (ESTA NORMA CANCELA A LA NMX-F036-1953 Y A LA NMXPC/4/1980), ASÍ COMO EL AVISO DE LA DECLARATORIA DE VIGENCIA.

EFFECTO DEL PROCESO DE COCCIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE METABOLITOS SECUNDARIOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN FLORES DE *Erythrina americana*

Loera Lamas Andrea Lizeth^a, Chavez Murillo Carolina Estefanía^a, Gómez Aguirre Yenny Adriana^{b,c}, Cabañas García Emmanuel^{d*}.

^a Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato, Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa, Zacatecas 98160, Mexico.

^b Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Aguascalientes 20100, Mexico.

^c CONACyT Research Fellow—Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Aguascalientes 20100, Mexico

^d Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 18, Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Bote 202, Zacatecas 98160, Mexico

Palabras clave: proceso de cocción, metabolitos secundarios, compuestos bioactivos, alimentos no convencionales, fuentes alternativas de alimentos.

Introducción. México es un país megadiverso y se encuentra en el cuarto lugar en términos de diversidad de especies vegetales a nivel mundial, con alrededor de 7,421 especies conocidas de las cuales 2,168 son comestibles (López-Agama, Ramos-García et al. 2021, Sandoval-Gallegos, Arias-Rico et al. 2021). Además de considerarse como un país megadiverso, los últimos datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) indican que el 43.9% de la población nacional se encuentra en situación de pobreza (55.7 millones de personas), y que los estados con mayor grado de marginación corresponden a Oaxaca, Chiapas y Guerrero representando el 10.5% de la población total nacional con alrededor de 13.2 millones de personas (CONAPO 2020, CONEVAL 2020). Se ha propuesto que las comunidades y asentamientos humanos poseen una interacción íntima con el entorno vegetal, utilizando diferentes recursos florísticos como fuentes alternativas de alimentación, documentando más de 1,500 especies que llegan a constituir entre el 8 y 17% de la dieta anual de las personas que viven en comunidades marginadas (Lascurain, Avendaño et al. 2010).

La importancia de las flores comestibles en la dieta humana se asocia principalmente a la concentración de sus metabolitos secundarios o compuestos bioactivos, los cuales llegan a ser biosintetizados por diferentes vías bioquímicas en respuesta a las influencias del medio ambiente (Takahashi, Rezende et al. 2020). Dentro de este grupo destacan los compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, terpenos, glucósidos, entre otros. Dada la presencia de estas sustancias en las plantas, los compuestos bioactivos han sido objeto de estudio dentro del campo de la salud, atribuyéndoles además de las características nutricionales, también funcionales gracias a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antihipertensivas, antidiabéticas y anticancerígenas (Shewry 2001, Pires, Dias et al. 2018, Figueredo Urbina, Álvarez-Ríos et al. 2021).

Las flores de *E. americana* se distinguen por tener un color rojo brillante característico y se agrupan principalmente en distintos racimos con forma cónica; su preparación se basa en limpiar los pistilos y estambres llegando a consumirse solamente el pétalo de esta (Ordoñez 2014). Tradicionalmente, las comunidades que las consumen realizan preparaciones mediante la ebullición del agua y

posteriormente son mezcladas con huevo o se fríen. También se sirven en diferentes caldillos de jitomate o chile guajillo (Ordoñez 2014). La flor, es una fuente potencial de constituyentes químicos de interés como minerales, vitaminas, aminoácidos esenciales, y metabolitos secundarios como alcaloides, pterocarpanos, triterpenos, esteroides, compuestos fenólicos y flavonoides (Hussain, Tuhin et al. 2016, Pinedo-Espinoza, Gutiérrez-Tlahque et al. 2020).

Cuando una flor comestible es sometida a un tratamiento térmico, ya sea hervido, secado, escaldado, horneado, freído, entre otros; suceden cambios tanto en sus características físicas, biológicas y químicas. Desde un punto de vista nutricional, pueden llegar a afectarse de manera negativa la concentración de los compuestos termosensibles. Sin embargo, en literatura reciente se han reportado tanto efectos positivos como negativos sobre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante; para *Malva parviflora* y *Myrtillocactus geometrizans*, dos especies vegetales comestibles, se ha reportado que la cocción por ebullición originó la disminución de compuestos fenólicos totales, la capacidad antioxidante y propiedades fisicoquímicas (Sandoval-Gallegos, Arias-Rico et al. 2021); mientras que la cocción al vapor para *Phaseolus vulgaris* resultó ser un mejor proceso de cocción para preservar las propiedades antioxidantes (Preti, Rapa et al. 2017).

Por lo descrito anteriormente y la escasa información que se tiene sobre el efecto que ejercen los métodos de cocción sobre el contenido de metabolitos secundarios en las flores comestibles, en este trabajo se evaluó el efecto del proceso de cocción sobre el contenido total de compuestos fenólicos y flavonoides, además de analizar la capacidad antioxidante de una muestra cruda y cocida obtenida de las flores de *E. americana* Mill.

Materiales y Métodos. En la Figura 1, se esquematiza el proceso seguido para el análisis del contenido total de compuestos fenólicos y flavonoides, y evaluación de la capacidad antioxidante en las flores de *E. americana*.

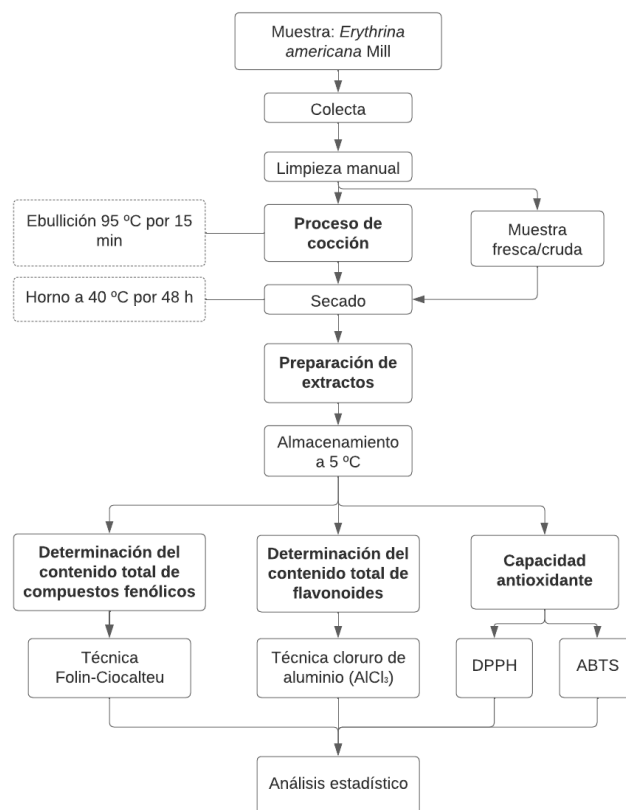


Figura 1. Diagrama general del trabajo.

Colecta, preparación del material vegetal y determinación de metabolitos secundarios y actividad antioxidante. Las flores de *E. americana* se colectaron de árboles adultos que presentaron floración cerca de la comunidad “Cerro de Horcones” del municipio Álamo-Temapache, Veracruz, México (21.073783, -97.782116) en marzo de 2020. A las flores colectadas se les retiró manualmente el pedúnculo y cáliz (porciones no comestibles), posteriormente a la quilla (zona de planta de interés en el estudio) se le retiró el androceo (porción no comestible).

El proceso de cocción se realizó utilizando la quilla de la flor (1 kg) en estado fresco. Las porciones comestibles se sumergieron en agua destilada (1:3 p/v) y se mantuvieron en ebullición a 95 °C durante 15 minutos. El exceso de agua se eliminó por decantación y posteriormente, tanto las muestras crudas como las sometidas a cocción se secaron en un horno a 40 °C durante 48 horas; el material totalmente seco se pulverizó en un mortero hasta obtener partículas finas y se almacenó en bolsas en el refrigerador a 5 °C hasta su posterior análisis.

Para la preparación de los extractos, la muestra previamente pulverizada se disolvió en metanol grado HPLC (10 mg/mL) en condiciones de oscuridad.

Para la determinación del contenido total de compuestos fenólicos, se utilizó el método colorimétrico propuesto por (Agbor, Vinson et al. 2014). Por su parte, para la cuantificación de flavonoides se utilizó el método descrito por (Zhishen, Mengcheng et al. 1999) y la determinación de la capacidad antioxidante se utilizó el procedimiento de decoloración del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) descrito por (Brand-Williams, Cuvelier et al. 1995), así como el ensayo ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etil benzotiazolin-6-sulfonato de amonio) propuesto por (Re, Pellegrini et al. 1999).

El análisis estadístico se realizó por medio de la prueba de Tukey utilizando el software SigmaPlot (software Systat, versión 14.0). Las diferencias de muestra se determinaron utilizando ANOVA de una vía y la significancia estadística de la media se consideró en $p \leq 5\%$.

Resultados y discusiones. Los metabolitos secundarios desempeñan un papel importante en el mecanismo de defensa de las plantas contra patógenos, incluidos bacterias, hongos, virus y estrés abiótico como los rayos UV, la salinidad y la sequía; también exhiben propiedades antimicrobianas y antioxidantes que ayudan a proteger los tejidos principales de un efecto tóxico de las especies reactivas de oxígeno, además son vitales entre la interacción y comunicación entre plantas y microorganismos (Kumar, Abedin et al. 2020). Como se encuentran presentes en algunos alimentos incluyendo vegetales, frutas, cereales y leguminosas, al ser consumidos en la dieta diaria en combinación con vitaminas (E, C y carotenoides), estas sustancias actúan principalmente como antioxidantes que protegen los tejidos del cuerpo humano de los efectos dañinos del estrés oxidativo; mientras que en los alimentos, participan en la astringencia, sabor, olor, y estabilidad oxidativa (Rahman, Rahaman et al. 2021).

Los valores medios ($n=3$) de los resultados obtenidos para la determinación del contenido total de

compuestos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante de muestras cocidas y crudas de *E. americana* se muestran en el **Cuadro 1**, donde puede observarse que la muestra cruda presentó un mayor contenido fenólico ($8.54 \pm 0.08 \mu\text{g EAG por mg de MS}$) en comparación con la muestra cocida ($4.58 \pm 0.09 \mu\text{g EAG por mg de MS}$), existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Estos resultados son similares a lo reportado para otras especies de plantas como *Trifolium pratense* (Fabaceae) y *Pisum sativum* (Fabaceae) donde el CTCF se redujo significativamente después del tratamiento térmico (Turkmen, Sari et al. 2005, Zawislak, Francik et al. 2022). Por su parte, para la determinación del contenido total de flavonoides, se encontró que la cocción no tiene un efecto negativo, lo cual afecta sus propiedades antioxidantes. Los resultados de esta investigación sientan las bases para el conocimiento sobre el impacto de los procesos de cocción y preparación de alimentos sobre sus propiedades funcionales

Muestra de <i>E. Americana</i>	Contenido total de compuestos fenólicos ($\mu\text{g EAG mg}^{-1}$ de muestra) *	Contenido total de flavonoides ($\mu\text{g EC mg}^{-1}$ de muestra) *	Actividad antioxidante Inhibición del radical (%) * ¹	
			DPPH	ABTS
Cruda	8.54 ± 0.08^a	1.93 ± 0.35^a	$8.42 \pm 0.27^{**}$	13.82 ± 0.62^a
Cocida	4.58 ± 0.09^b	1.25 ± 0.35^a	5.83 ± 0.35^b	5.60 ± 0.57^b

*Los valores representan el promedio ($n=3$) \pm la desviación estándar. Las letras iguales dentro de cada determinación indican que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). ¹ La capacidad antioxidante de los extractos se probó a una concentración de 10 mg mL^{-1} en base seca.

Conclusiones. El proceso de cocción tiene un efecto negativo sobre el contenido total de metabolitos secundarios y actividad antioxidante presentes en las flores de *E. americana*.

Agradecimientos. Los autores agradecen los recursos otorgados por el IPN mediante los Proyectos SIP 20221180 y SIP 20230403.

Referencias.

Agbor, G., et al. (2014). "Folin-Ciocalteu reagent for polyphenolic assay." International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics **3**:801.

Brand-Williams, W., et al. (1995). "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity." LWT - Food Science and Technology **28**(1): 25-30.

CONAPO (2020). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020*. México: CONAPO.

CONEVAL (2020). Resultados de pobreza en México 2020 a nivel nacional y por entidades federativas. México.

Figueredo Urbina, C., et al. (2021). "Edible flowers commercialized in local markets of Pachuca de Soto, Hidalgo, Mexico." Botanical Sciences **1**.

Hussain, M. M., et al. (2016). Constituents of *Erythrina* - a potential source of secondary metabolites: A review, Bangladesh Pharmaceutical Journal. **19**: 237–253.

Kumar, S., et al. (2020). Role of Phenolic Compounds in Plant-Defensive Mechanisms. Plant Phenolics in Sustainable Agriculture: Volume 1. R. Lone, R. Shuab and A. N. Kamili. Singapore, Springer Singapore: 517-532.

Lascurain, M., et al. (2010). Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. México, Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal. Conafor-Conacyt.

López-Agama, I., et al. (2021). "Comparative analysis of the antioxidant compounds of raw edible flowers and ethanolic extracts of *Cucurbita pepo*, *Tagetes erecta*, and *Erythrina americana* during storage." Journal of Food Processing and Preservation **45**(10): e15842.

Ordoñez, M. J. (2014). Las flores comestibles. Las Flores en el Patrimonio Cultural Inmaterial de México. E. P. Flores: 247-258.

Pinedo-Espinoza, J. M., et al. (2020). "Nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant activity of wild edible

flowers consumed in semiarid regions of Mexico." Plant Foods for Human Nutrition **75**(3): 413-419.

Pires, T., et al. (2018). "Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential." Food Res Int **105**: 580-588.

Preti, R., et al. (2017). "Effect of steaming and boiling on the antioxidant properties and biogenic amines content in green bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties of different colours." Journal of Food Quality **2017**: 5329070.

Rahman, M. M., et al. (2021). "Role of Phenolic Compounds in Human Disease: Current Knowledge and Future Prospects." Molecules **27**(1).

Re, R., et al. (1999). "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay." Free Radical Biology and Medicine **26**(9): 1231-1237.

Sandoval-Gallegos, E., et al. (2021). "Effect of boiling on nutritional, antioxidant and physicochemical properties of edible plants (*Malva parviflora* and *Myrtillocactus geometrizans*)." Emirates Journal of Food and Agriculture.

Shewry, P. R. (2001). "Biochemistry & molecular biology of plants. B.B. Buchanan, W. Gruissem and R.L. Jones (eds), 2000." Plant Growth Regulation **35**(1): 105-106.

Takahashi, J. A., et al. (2020). "Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development." Food Research International **129**: 108868.

Turkmen, N., et al. (2005). "The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables." Food Chemistry **93**(4): 713-718.

Zawiślak, A., et al. (2022). "Impact of drying conditions on antioxidant activity of red clover (*Trifolium pratense*), sweet violet (*Viola odorata*) and elderberry flowers (*Sambucus nigra*)." Materials **15**(9): 3317.

Zhishen, J., et al. (1999). "The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals." Food Chemistry **64**(4): 555-559 .

SINTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES HÍBRIDOS A BASE DE ZnO con SnO₂ Y GRAFENO PARA REMOVER CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUA

Alvarado-Hernández Axel^a, Rosas del Villar Alejandro^a, Picos-Benítez Alain R.^a, Martínez-Vargas Blanca L.^a

^a Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 18, Instituto Politécnico Nacional, Zacatecas, Zac., México, 98160.
bmartinezv@ipn.mx

Palabras clave: Nanomateriales híbridos, ZnO-SnO₂-grafeno, fotocátalisis solar, contaminante emergente.

Introducción. Los crecientes problemas ambientales de la industria textil han generado interés en nuevos procesos de tratamiento de aguas residuales. Los procesos de oxidación avanzada ofrecen una alternativa eficaz para eliminar contaminantes como colorantes y moléculas orgánicas [1]. Por tal razón se propone en este estudio la síntesis de nanomateriales a base de ZnO, SnO₂ y grafeno para remover rojo Congo de matrices acuosas.

Materiales y Métodos. La metodología se divide en dos partes, la primera respecto a la síntesis la cual consiste en la hidrólisis alcalina de las sales precursoras de acetatos de Zn y Sn con un exceso de NaOH empleando como medio de reacción etanol. La caracterización se realizó mediante reflectancia difusa y DRX. La segunda parte es la evaluación de la actividad fotocatalítica con luz solar de los nanomateriales híbridos para remover rojo Congo (Fig. 1).

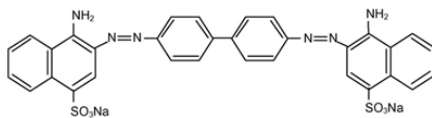


Fig. 1. Estructura Rojo Congo.

Resultados y discusiones. Se obtuvo la estructura del tipo Wurtzita y valores de ban-gap similares.

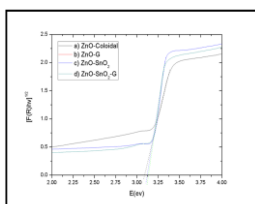


Fig. 2. Determinación del ancho de banda prohibida de los nanomateriales híbridos a) ZnO-Col, b) ZnO-G, c) ZnO-SnO₂ y d) ZnO-SnO₂-G.

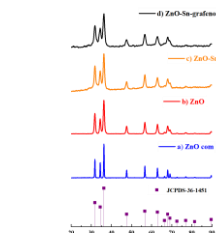


Fig. 3. Patrones de difracción de los nanomateriales: a) ZnO com, b) ZnO coloidal, c) ZnO-Sn y c) ZnO-Sn-Grafeno.

Una vez obtenidos los nanomateriales se evalúa la actividad fotocatalítica con luz solar en presencia del colorante rojo Congo, en la Fig. 4 se muestra la disminución de la señal en UV-Vis y en la Tabla 2 se resumen los porcentajes de remoción.

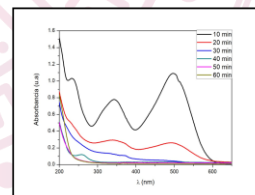


Fig. 4. Espectros de absorción UV-Vis para diferentes tiempos de exposición a las nanopartículas de ZnO-SnO₂.

Tabla 2. Comparación de los porcentajes de remoción de colorante.

Reacción fotocatalítica con los nanomateriales	Remoción (%)
Fotólisis	5.8
ZnO-G	63.4
ZnO-SnO ₂ -G	98.6
ZnO coloidal	97.9
ZnO-SnO ₂	99.0

Conclusiones. Los nanomateriales híbridos sintetizados resultaron ser capaces de remover el colorante Rojo Congo utilizando luz solar, por lo que pueden ser una opción viable para el tratamiento de aguas residuales de industrias textiles.

Agradecimientos. Blanca L. Martínez-Vargas y Alain R. Picos-Benítez agradecen el apoyo del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por los proyectos 20240391 y 20241681. Se agradece el apoyo de Ciencia de Frontera CF-2023-I-2483, aprobado por el Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología.

Referencias.

[1] B.L. Martínez-Vargas, *et al.*, (2019). One-pot synthesis of ZnO-Ag and ZnO-Co nanohybrid materials for photocatalytic applications, *J. Phys. Chem. Solids*.



10° Ciclo de Conferencias 5° Simposium Agroalimentario

"Donde la Tecnología, la Alimentación y la Cultura se encuentran" 2023

EL CLIMA ORGANIZACIONAL EN LOS DOCENTES DE LA UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS Y LA RELACIÓN EN SU PRODUCTIVIDAD

Ordóñez Gutiérrez Mario César

^aUniversidad Autónoma de Durango mordonezg@ipn.mx

El clima organizacional es la percepción que tiene los trabajadores de ciertos factores como lo son: la estructura, la responsabilidad, la remuneración entre otros, y que afectan en muchos casos la motivación de los trabajadores y por consecuencia en su productividad individual y también el alcance de las metas de la organización. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el clima organizacional de los docentes de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas y su productividad. Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, con un alcance explicativo no experimental, correlacional, prospectivo, transversal y analítico. La técnica de muestreo fue probabilística, el tamaño de la misma se calculó a través del estadístico normal (Z) con un margen de error del 6% y un nivel de confianza del 95% por lo que la muestra es igual a 40 docentes. Se obtuvieron 14 correlaciones entre el Clima Organizacional y la Productividad Docente, de las cuales dos correlaciones fueron negativas débiles y doce fueron positivas débiles. Destacando la correlación entre Tutoría de Regularización y Desafío en el Trabajo donde la correlación fue negativa débil de tal forma a mayor tutoría de regularización disminuye el desafío en el trabajo y también se dio una correlación negativa débil entre Tutoría Grupal y Relaciones Sociales, a mayor es la Tutoría Grupal disminuye las

Relaciones Sociales. Se obtuvo relación entre el Clima Organizacional con el número de tutores en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas, pero no existió relación entre el Clima Organizacional con la producción de material didáctico y tampoco existió relación entre el Clima Organizacional y el grado de maestro o doctor.

Referencias.

Alvarado Hernández, V. M., Manjarrez Betancur, M., & Romero Escalona, R. (2010). La calidad educativa y las competencias profesionales en la conformación de un cuerpo académico en la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía (México) . 13.

Brancato, B., & Juri, F. (2011). *Google Académico [Versión PDF]*. Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4936/brancato-puedeinfluirelclimallaboralenlaproductividad.pdf

RECUPERACIÓN DE COBRE A PARTIR DE MUESTRAS DE ESCORIA; PRUEBAS POR LIXIVIACIÓN, FUNDICIÓN, SEPARACIÓN ELECTROSTÁTICA Y DISOLUCIÓN CON AGUA REGIA

Reveles Espinoza Juan Francisco¹, Gutiérrez Pérez Víctor Hugo¹, Olvera Vázquez Seydy Lizbeth¹, Arellano Sosa Perla María¹, Bernabé Sosa Daniela¹, Pinales Galván Alondra Iveth²

¹ Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas, Zacatecas. 98160, ² Instituto Politécnico Nacional, CECyT 18, Zacatecas, 98160, México

jrevelese2100tmp@alumnoguinda.mx

Palabras clave: Recuperación, Lixiviación, Fundición.

Introducción. El cobre es un material de color rojizo que se encuentra ligado a la humanidad desde que se descubriera en forma nativa. Se encuentra (a veces) en la naturaleza en forma metálica al igual que el oro, y fue por esta razón que fue uno de los primeros metales conocidos y usados por el ser humano para la elaboración de utensilios, adornos, herramientas y armas. Su segunda época de utilización masiva fue en los siglos XIX y XX con la extensión de la electricidad.

El cobre se ataca por oxidación y formando iones complejos. Es soluble en ácidos oxidantes (como el nítrico o el crómico) o ácidos no oxidantes (como el sulfúrico) que contengan un agente oxidante (oxígeno o peróxido de hidrógeno). Por ejemplo el ácido acético ataca el cobre formando una capa de color verde, gris o azul verdoso.

En la industria metalúrgica, las escorias son subproductos inevitables que se generan durante los procesos de fusión, refinamiento y producción de metales a partir de sus minerales. Estos materiales, a menudo considerados desechos, tienen un papel crucial en la industria y la sostenibilidad, ya que su gestión eficiente y su valorización pueden tener un impacto significativo en la economía y el medio ambiente.

Las escorias metalúrgicas son una mezcla compleja de óxidos, sulfuros y otros compuestos resultantes de la fusión de minerales y la separación de impurezas durante los procesos metalúrgicos. La composición

específica varía dependiendo del tipo de metal que se esté produciendo y de las materias primas utilizadas. Además del metal deseado, las escorias también pueden contener una variedad de elementos traza, algunos de los cuales son valiosos y otros pueden ser perjudiciales para el medio ambiente si no se manejan adecuadamente.

En la industria metalúrgica, la generación de subproductos y desechos es una realidad inevitable. Las escorias metalúrgicas, residuos resultantes de procesos de fusión y refinamiento, a menudo contienen concentraciones significativas de metales valiosos, como el cobre. La recuperación eficiente y sostenible de estos metales se ha convertido en un desafío crucial en un contexto de creciente demanda de recursos y preocupaciones medioambientales.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar, desarrollar y evaluar un proceso eficiente y sostenible para la recuperación de cobre contenido en escorias metalúrgicas. Para lograr esto, se explorarán y combinarán diversas etapas de procesamiento, incluida la lixiviación, la disolución con agua regia, la separación electrostática y la fundición, con el fin de maximizar la recuperación de cobre y minimizar el impacto ambiental de la operación.

Materiales y Métodos. La experimentación y manipulación de las muestras de escoria fueron

trabajadas y atacadas por diversos métodos para identificar cuál de ellos resultaba más eficiente y viable en la recuperación del cobre contenido en ellas. A continuación se muestra la serie de pasos que se llevó a cabo, por separado, de cada uno de los métodos en experimentación y análisis.

Lixiviación: Se homogenizaron las muestras de escoria por separado (fino, medio y grueso) a través de métodos y técnicas de cono – cuarteo. Posteriormente, se extrajeron cuatro fracciones del total, de aproximadamente el mismo peso, como muestras de trabajo y se utilizó solo una fracción para lixiviación; la otra se destinó para análisis.

Se preparó una solución de H₂SO₄ al 10%. Se agregaron 10g de la escoria en un vaso de precipitado con 200 mL de la solución ácida (5% volumen). Las tres mezclas de ácido con muestra de escoria (fino, medio y grueso) se mantuvieron en agitación constante durante dos horas. Finalmente, se filtraron las tres muestras para lograr contener la fase líquida, en ausencia de cualquier sólido suspendido, para su posterior análisis. El proceso se repitió para una solución distinta de ácido sulfúrico (20%).

Disolución con agua regia: Se homogenizó la muestra de escoria y se tomaron tres partes (fino, medio y grueso) para trabajar. Enseguida, en una campana de extracción, a cada muestra se le fue agregando la composición adecuada de ácidos para formar agua regia (3:1 ácido clorhídrico y ácido nítrico).

Manualmente, se mantuvo en agitación evitando que la mezcla se calentara demasiado, dada la reacción. Se cuidaba agregar más ácidos en proporción de acuerdo a la eficiencia en la disolución. Posteriormente, se filtró la disolución obtenida para evitar la presencia de cualquier sólido suspendido. La fase líquida se aforó a 100 ml con agua destilada y tras dejar reposar durante un día, se tomaron muestras de cada tamaño para su posterior análisis.

Fundición: Para la primera fundición, se pesó el crisol solo y con la muestra (190g), ahí mismo se le agregó bórax hasta cubrir la superficie. Posteriormente, se mantuvo el crisol, junto con la mezcla a fundir dentro del horno, durante dos horas. Enseguida, se vació en lingotera y se dejó enfriar. El

lingote obtenido, se fracturo por impacto para separar la parte metálica (cobre) y pesar.

Para el caso de la segunda fundición, se recubrió el crisol y se dejó secar dos días. Se le agregó misma cantidad de escoria que en el procedimiento anterior, óxido de calcio, bicarbonato de sodio, sílice y un poco de bórax. Al igual que la ocasión anterior, se mantuvo el crisol junto con la mezcla a fundir, dentro del horno durante dos horas. Finalmente, se vació en lingotera y se dejó enfriar; el lingote obtenido se fracturo para separar y obtener la parte metálica (cobre).

Resultados y discusiones. Habiendo realizado las pruebas de recuperación por lixiviación y disolución con agua regia, se tomaron muestras en frascos de vidrio bien cerrados para evitar su evaporación o derrame, de aproximadamente 40 mL. Dichas muestras se mandaron a analizar al laboratorio de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTZAC). Los resultados de la prueba realizada fueron entregados de vuelta en un archivo de Excel, donde se indica que para cada muestra se tomó solo 1 mL y se diluyó a 1000 mL.

Recuperación por lixiviación: La *tabla 1* presenta de manera ordenada las cantidades en masa que se tomaron del total de las muestras de las escorias en los tres tamaños de partícula asignados para las posteriores pruebas. El objetivo fue el de homogenizar debidamente las escorias para que la parte de trabajo represente lo mejor posible en % Cu del total producido y poder realizar una estimación acertada.

		GRUESO	MEDIO	FINO
PESO TOTAL		5.279 Kg	1.9 Kg	1.92 Kg
MUESTRA	1	28.3 g	17.644 g	37.25 g
	2	28.15 g	22.7 g	37.01 g
	3	30.2 g	21.22 g	37.2 g
	4	29.9 g	22.316 g	36.2 g
	Análisis	21.76 g	10.84 g	10.49 g

Tabla 1. Pesos registrados de las muestras de escoria.

Tras haber colocado aproximadamente 10 g de cada tamaño en un vaso de precipitado para finos y medios; y aproximadamente 20 g para gruesos, se inició el proceso preparando una solución de ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 10% en un matraz aforado de 1L

con una pureza del 98%. La proporción fue de 100 mL de ácido y 900 mL de agua destilada, esto es pues 1.866M. También, se preparó una segunda solución de H₂SO₄ al 20% para realizar una segunda prueba y observar cual resultaba más factible, esto es pues 3.73M.

El proceso corrió durante dos horas a una agitación constante de entre 40 – 50 rpm para ambas soluciones de ácido sulfúrico, manteniendo mismas variables en ambos casos. Tras haber corrido ambas pruebas con distinta concentración de ácido, se observó que hubo mejor recuperación de cobre en la del 10%, así lo indicaron los resultados arrojados por el análisis aplicado en las muestras enviadas y, a simple vista, la tonalidad entre una prueba y otra fue bastante notoria. Para la fase líquida obtenida en el proceso de lixiviación al 10% de ácido, se observó una tonalidad azul fuerte en comparación con el segundo proceso.

Recuperación por disolución con agua regia: Para este segundo proceso de recuperación, se trabajó con **5.007g** de muestra de escoria para los gruesos, **1.03g** para medios y **1.015g** en finos. Estas cantidades en masa se colocaron en un vaso de precipitado. Posteriormente, dentro de una campana de extracción, se llevó a cabo el proceso con agua regia dado que la reacción produce gases que deben ser liberados y no inhalados por la persona.

Los resultados arrojados en los análisis respecto al contenido de cobre presente en las muestras, indicados en la **tabla 2**, muestran que efectivamente resulto mayor porcentaje en cantidad de cobre frente a las dos pruebas de lixiviación anteriores, esto debido a que en esta prueba se cuidó disolver toda la materia sólida presente, proceso más rápido que el anterior. Físicamente se observa esto en la coloración azulada más intensa que las anteriores, lo que indica una mayor cantidad de cobre en disolución.

		GRUESO	MEDIO	FINO
COBRE		% Cu	% Cu	% Cu
PRUEBA	10 %	1 %	1 %	0.95 %
	20 %	0.675 %	0.308 %	0.557 %
	Agua	21.93 %	---	5.6 %
	Regia			

Tabla 2. Datos de % cobre recuperado contenido en las muestras analizadas para las tres pruebas y los tres tamaños de grano.

Recuperación por fundición: En esta ocasión, para este proceso, se realizó por duplicado al cambiar algunas variables sobre compuestos agregados a las muestras, algunos para hacer la mata más fluida al momento de vaciar reduciendo el punto de fusión de la escoria y ayudar a que el cobre metálico quede lo más aglomerado posible para facilitar su recuperación al momento de separar por impacto.

Para la primera fundición, solo se necesitaron 190g de la escoria perteneciente al tamaño medio y dos cucharadas aproximadamente de bórax. El crisol se mantuvo en el horno durante dos horas dividido en varios lapsos de tiempo a distintas temperaturas, esto con la intención de ir aumentando gradualmente la temperatura evitando un choque térmico drástico. Al vaciar, se observó dificultad para que la fundición fluyera debidamente fuera del crisol, propiciando a que ésta pierda temperatura antes de estar toda la carga vaciada en las lingoteras provocando, pues, a que posiblemente quede material de interés adherido al interior del crisol. Se registró un peso de **21.107g** de cobre metálico recuperado, esto representa el **11.11%** del total de la masa trabajada.

Para la segunda fundición, se necesitaron 190g de escoria, 50g de bicarbonato, 25g de óxido de calcio (CaO), 61g de óxido de silicio (SiO) y 1 cucharada de bórax. La sílice se extrajo de triturar un recipiente común de vidrio y al igual que la fundición anterior, el crisol se mantuvo en el horno durante dos horas dividido en varios lapsos de tiempo a distintas temperaturas, esto con la intención de ir aumentando gradualmente la temperatura evitando un choque térmico drástico.

Para esta segunda fundición, al momento de vaciar se observó una mejoría en la viscosidad de la fundición, esta se veía considerablemente reducida, provocando un mejor flujo al momento de vaciar. Los lingotes generados presentaban una consistencia oscura brillante, como si fuera un vidrio, debido a la sílice agregada. Al momento de separar, efectivamente se observó que el cobre metálico estaba mejor aglomerado. Se registró un peso de **24.749g** del metal recuperado, esto representa el **13.03%** del total de la masa trabajada. Al comparar resultados entre ambos procesos de prueba por fundición, se observa mejor porcentaje de recuperación en la segunda práctica.

Se mencionó que las escorias contenían alrededor del 17% de cobre, por tanto los resultados más acercados a este porcentaje son los arrojados por la fundición 2 y la disolución con agua regia de los gruesos (13.03% y 21.93%) respectivamente. Considerando los resultados de la segunda fundición como practica óptima para implementarlo dentro de la industria, el 13.03% representa una eficiencia del **76.6%** respecto al porcentaje que reporta el ingeniero de donde procede la escoria trabajada. Los datos mostrados en la **tabla 3** pertenecen a los resultados tras la pruebas por fundición, donde se realizó por duplicado cambiando algunas variables entre la primera y la segunda.

FUNDICIÓN	MASA RECUPERADA	% Cu
1	21.107 g	11.11 %
2	24. 749 g	13.03 %

Tabla 3. Datos de % cobre recuperado contenido tras pruebas por fundición.

Conclusiones. En el transcurso de este estudio, se observa y se destaca que el método más efectivo para la recuperación del cobre es el de la disolución con agua regia, puesto que los resultados de los análisis así lo expone, sin embargo, el estructurar dicho procedimiento a nivel industrial de acuerdo a las necesidades de la empresa resulta poco viable y rentable, económicamente hablando, dado que los reactivos ácidos utilizados para la digestión son de elevados costos, además, los cuidados y restricciones en su manipulación son muy puntuales y de mucha atención, pudiendo producir limitaciones en tiempos y trabajo a la hora de poner en práctica dicho proceso en la recuperación del cobre contenido en las escorias producidas por la empresa.

Por otro lado, la segunda práctica que resulta viable en el escalamiento a nivel industrial es el de la fundición. Observando los resultados arrojados, la segunda fundición realizada tal cual las especificaciones que se mencionan en el apartado respectivo, es eficiente para cumplir con el objetivo de dicha experimentación, el de recuperar la mayor cantidad de cobre posible presente en las escorias a través de un método rápido, intencionalmente sencillo y económicamente rentable.

Como se dictó anteriormente, la eficiencia de dicha práctica fue del 76.6% frente a la cifra que proporcione el ingeniero de cobre contenido en las escorias. Por tanto, a partir de ahora se tendrá que buscar la manera de darle en el punto específico, en las variables del proceso, para aumentar la eficiencia del mismo, buscando recuperar la mayor cantidad posible.

Finalmente, en cuanto al desarrollo y escalamiento industrial de cualquiera de los procesos experimentados y desarrollados anteriormente, se opta por la vía de recuperación por fundición, que aunque la primera muestra cifras más elevadas, sus limitaciones en costos y trabajo minucioso, lo dificultan un poco más. Por ello, como se describe en el párrafo anterior, ya solo basta con cuidar las variables y posiblemente realizar algunas pruebas más para incrementar la eficiencia en su recuperación.

Agradecimientos. Al Dr. Víctor Hugo Gutiérrez y a la Dra. Seydy Lizbeth Olvera, por facilitarme su apoyo, conocimiento y tiempo durante el desarrollo de las actividades del presente proyecto.

Referencias.

<https://www.unioviado.es/>. (s.f.). Obtenido de [https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20del%20Cobre%20\(web\).pdf](https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/La%20Metalurgia%20del%20Cobre%20(web).pdf)

Schafer, J. A. (s.f.). *biblio*. Obtenido de http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/cmI/12-Cobre_aleaciones.pdf

Liu, Y., Wang, F., & Zhang, D. (2019). "A Review of Utilization and Valorization of Solid Wastes Generated during Steelmaking." *Journal of Sustainable Metallurgy*, 5(4), 534-551. DOI: 10.1007/s40831-019-00256-w.

Yan, Y., Li, D., & Xu, G. (2017). "Recovery of valuable metals from copper slag by ammonium chloride." *Journal of Sustainable Metallurgy*, 3(2), 216-224. DOI: 10.1007/s40831-016-0072-7.

Johnson, B. (2019). "Metal Recovery from Slag." En: Kumar V., Dreisinger D. (eds.) *Extractive Metallurgy of Copper* (pp. 559-574). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-12685-6_16.

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD DE ALEACIONES DE ALUMINIO

Bernabé Sosa Daniela, Dra. Olvera Vázquez Seydy Lizbeth, Dr. Gutiérrez Pérez Víctor Hugo, Mtro. Alanis Hernández Daniel Israel, Pinales Gálvan Alondra Iveth.

Instituto Politécnico Nacional (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas), Zacatecas, Zac. 98160.
 dbernabes1600@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Viscosidad, aleaciones de aluminio, temperatura.

Introducción. Actualmente las aleaciones de aluminio son de gran importancia para diversos sectores de la industria, especialmente para la del transporte, debido a las propiedades que ofrece. [1] Al mantener un control sobre la temperatura de la fundición y a su vez sobre la viscosidad de la aleación, se podrán prevenir una gran cantidad de defectos en el momento de vaciado y durante la solidificación de las piezas finales. [2] Obteniendo productos de alta calidad con las características necesarias para su uso.

Materiales y Métodos. Se utilizó un viscosímetro con una lanza de alúmina precalentada para medir la viscosidad de la aleación de aluminio previamente fundida en un horno de crisol, controlando la temperatura por medio de un termopar.

Resultados y discusiones.

Tabla 1. Viscosidad (cP) de la aleación de aluminio a 700°C, 705°C y 710°C.

T= 700°C	T=705°C	T=710°C
12.35	14.65	15.16
12.48	14.72	15.48
12.28	14.40	15.93
12.16	14.90	15.74
12.86	14.46	15.04



Fig. 1. Montaje del equipo para la medición de las viscosidades a diferentes temperaturas.

Conclusiones. Al considerar las variaciones de la viscosidad respecto a la temperatura podremos prevenir la aparición de diversos defectos que puedan alterar las propiedades de la aleación.

Referencias.

- [1] Moreno-Estévez, 2018. Influencia de la temperatura en el comportamiento mecánico de aleaciones de base Al. Dep. de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla.
- [2] William G. 2003. Troubleshooting Guide Die Casting Defects. NADCA North American Die Casting Association.
- [3] Narbón-Prieto, 2014. Análisis del tratamiento superficial del aluminio y su influencia en el proceso de la adhesión. Universidad Politécnica de Madrid.

CONSTRUCCIÓN DE HORNO PARA PROCESO DE DEPLATADO EN LA REFINACIÓN DE PLOMO

Licia Rojas Hernández¹, Víctor Hugo Gutiérrez Perez¹, Seydy Lizbeth Olvera Vázquez¹, Juan Francisco Reveles Espinoza¹, Ernesto Emmanuel Vázquez Sánchez¹, Luis Ramón Arellano Piña¹.

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas, Zacatecas, 98160, ²Instituto Politécnico Nacional, CECYT 18, Zacatecas, 98160, México

lrojash2000@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Deplataado, proceso Parkes.

Introducción.

El plomo que se produce a partir de minerales se conoce como metal primario mientras que el metal que se obtiene por reciclado y refinación de residuos metálicos se conoce como metal secundario. [1] Existen dos principales procesamientos de refinación para el plomo, esto es por vía hidrometalúrgica y pirometalúrgica. El método esencial en el reciclado de baterías de plomo se lleva a cabo mediante el proceso "Parkes" o Deplataado. Este proceso consiste en la extracción de plata del baño de plomo mediante la adición de zinc, en el cual se forma una aleación de plata, plomo y zinc que forma un dross que contiene compuestos intermetálicos de alta ley en la superficie del baño la cual se procesa por destilación al vacío. [3] En la industria el proceso se realiza adicionando el reactivo de zinc en la superficie del baño y posteriormente se agita con un sistema mecánico, el cual consiste en un grupo de aspas [4], esta parte del proceso es ineficiente debido a los tiempos de reacción dentro del baño de plomo, por lo que es necesario su mejoramiento a través de la inyección del reactivo de zinc con una lanza en el núcleo del baño con lo cual aumenta la cinética del proceso de deplataado [5].

En este trabajo se llevó a cabo la construcción de horno para su posterior uso en el proceso de deplataado en la refinación de plomo, se lleva a cabo adicionando zinc en polvo o en la superficie del

plomo líquido, seguido de una agitación mecánica. Se llevó a cabo el proceso de deplataado en una aleación Pb-Ag a través de la inyección de zinc en polvo por medio de una lanza.

Materiales y Métodos.

- Resistencia.
- Bowl de acero inoxidable.
- Olla de peltre.
- Material refractario.
- Termopar K.
- Termostato.
- Aislante térmico.
- Lanza de acero inoxidable.
- Placa de acero inoxidable.
- Aleación Pb-Ag.

Resultados y discusiones.

Se obtuvo la fabricación de la totalidad del horno para su posterior uso en el proceso de deplataado en la refinación de plomo, en el cual se ha iniciado como prueba de su funcionalidad la fundición de nuestra muestra de aleación Pb-Ag. El horno cuenta con las características necesarias para replicar el proceso Parkes, alcanzado la temperatura de trabajo y superiores.



Ilustración 1. Vista superior de la base de resistencias colocadas con refractario.



Ilustración 2. Vista lateral del horno de la colocación de termopar.



Ilustración 3. Vista superior del horno finalizado.



Ilustración 4. Vista superior del horno mientras se realiza la primera fundición de la aleación Pb-Ag.

Conclusiones. El horno se encuentra en condiciones óptimas de funcionalidad, pues cuenta con:

- Aislación térmica.
- No presenta agrietamiento.
- Alcanza la temperatura de trabajo.
- Es manipulable por las dimensiones.
- Requiere una conexión de 110 V.
- El termopar presenta buena lectura de temperatura.
- No presenta inconvenientes en su uso.

Referencias.

1. S. Ramachandra Rao., “Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes”, ELSEVIER B. V.; pp. 197 – 200 (2006).
2. Guía técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas., Proyecto CONAMA /GTZ (“Proyecto ResPel”), www.respel.cl , pp. 14 – 20, (2013).
3. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho., Editorial: PNUMA., pp. 25 (2003)
4. Pedro Vite-Martínez., Adán Ramírez-López., Antonio Hernández-Espejel y Ángel de J. Morales-Ramírez., Simulación matemática para evaluar la eficiencia en un reactor para reciclado de plomo., ESIQIE- IPN, pp.2 – 4 (2010).
5. J.C. Rodríguez, “Estudio de la Eliminación de la Plata del Plomo Líquido mediante la Inyección de Polvos de Zinc” Tesis-Maestría, ESIQIE-IPN, (2003).

RECICLADO DE POLVOS DE ZINC PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DE FUNDICIÓN DE HIERRO

Licia Rojas Hernández¹, Víctor Hugo Gutiérrez Perez¹, Seydy Olvera Vázquez¹, Jacqueline Hernández Domínguez¹, Daniela Bernabé Sosa¹, Alondra Iveth Pinales Galván²

¹Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas, Zacatecas, 98160, ²Instituto Politécnico Nacional, CECYT 18, Zacatecas, 98160, México

lrojash2000@alumno.ipn.mx

Palabras clave: Zinc, pirometalurgia, electro depósito.

Introducción. Residuo es todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso, y sus respectivas mezclas) que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). Incluye por lo tanto no sólo los residuos sólidos, sino también los efluentes líquidos y las emisiones gaseosas. [1] Por ello el reciclaje, la recuperación de recursos, la gestión de residuos y la protección del medio ambiente han sido una de las principales preocupaciones en casi todas las industrias de extracción y procesos. Las áreas están estrechamente integradas entre sí y la importancia de cada una de ellas ha ido creciendo constantemente en el último medio siglo. Comenzó con el conocimiento de la contaminación ambiental causada por casi todas las industrias principales, tanto por los productos de desechos generados, que deben eliminarse como por los efectos secundarios derivados del uso de una serie de productos industriales. En la actualidad, un sistema completo de gestión de desechos debe comprender componentes y subproductos de reducción, reutilización y reciclaje de desechos. [2] El zinc es reciclable completamente sin perder sus propiedades físicas y químicas. En la actualidad casi el 30% del zinc consumido es obtenido del reciclado y el 70 % restante se origina a través de lo obtenido en las minas (zinc primario). El nivel al que se recicla el zinc ha aumentado al mismo ritmo que se progresa en la tecnología empleada en la producción de zinc. Actualmente se recicla el 90% del zinc disponible para reciclaje. Se obtienen 600 toneladas de chatarra

de zinc solo de latón reciclado y está aumentando el zinc proveniente de la chatarra de acero protegido por zinc [3].

Materiales y metodología. Como elemento principal se tienen los polvos de zinc, provenientes de la industria fundidora de hierro.

Para pruebas pirometalúrgicas se utilizó como equipo: horno de gas, horno de resistencia, difractómetro, termómetro- termopar tipo K, crisol de carburo de silicio, crisol de grafito y balanza analítica. Materiales: grafito, bicarbonato de sodio, polvos de zinc y camisas cerámicas para termopar. Software: SAT-IPN (Sistema de Análisis Termodinámico versión 2.0).

Prueba	Polvo de Zn (gr)	Agente reductor	
		Bicarbonato (gr)	Grafito (gr)
1	50	103.2	-
2	50	154.78	-
3	10	-	15
4	10	-	15
5	10	-	15
6	10	-	15

Tabla 1. Resumen de pruebas pirometalúrgicas

En la Tabla 1 se observan los datos de las 6 pruebas pirometalúrgicas realizadas, especificando la cantidad de polvo de zinc empleada, así como

también el agente reductor y los gramos empleados del mismo.

Para pruebas de electro depósito se utilizó como equipo: fuente eléctrica, caimanes, balanza analítica, secadora, parrilla de agitación, agitadores magnéticos, vaso de precipitados, matraz Erlenmeyer y microscopio. Materiales: ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, placas de cobre, grafito en barra, aleación de Zn-Al-Cu y teflón.

La Tabla 2 se muestran de forma general los parámetros variables y constantes utilizados durante la experimentación.

Parámetros	Constante	Variables
Ácido	-	HNO3, HCL y H2SO4
Anódo	-	Grafito y Zn-Al-Cu
Cátodo	Cu	-
Tiempo	4 min	-
Corriente	-	Hasta la observación de depósito

Tabla 2. Variables en pruebas electroquímicas

Resultados y discusiones. Los diferentes polvos provenientes de la industria fundidora fueron analizadas por DRX con el fin de conocer las especies presentes en las muestras, y así decidir cual muestra es más viable a emplear para reciclar.

El difractograma correspondiente para polvos de zinc predomina como especie el óxido de zinc (ZnO), seguido del hidróxido de zinc (ZnOH), esto basados en la intensidad de los picos, que se correlaciona con la cantidad de la especie presente, es decir, que para el caso de nuestra muestra la especie que tiene los picos más intensos es el ZnO.

Con base a los difractogramas obtenidos de las muestras provenientes de la industria fundidora, se decidió que los polvos de zinc son más viables a la aplicación de diferentes métodos de reciclaje a nivel laboratorio, debido que se tratan de óxidos de zinc en su mayoría.

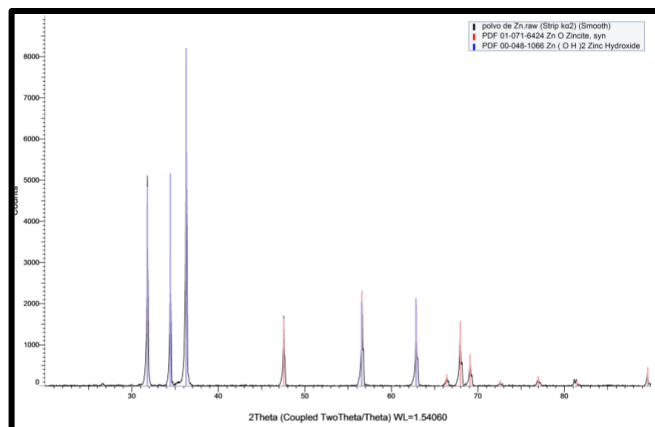


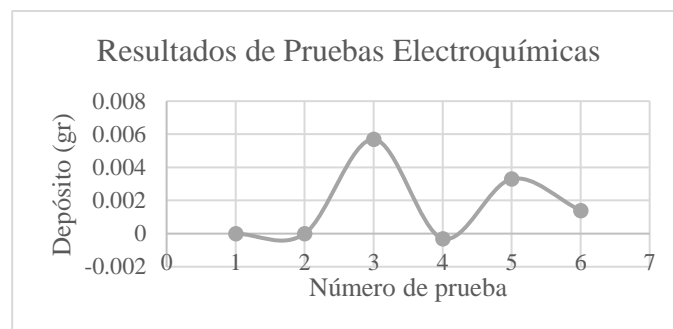
Figura 1. Difractograma de los polvos de zinc

Se realizaron pruebas pirometalúrgicas empleando los polvos de zinc en dos diferentes hornos, teniendo diferentes temperaturas y agentes reductores.

# Prueba	ZnO (gr)	Zn (gr)	Temperatura final (°C)
1	-	-	600-700
2	-	-	600-700
3	-	-	600
4	0.67	0.05	1100
5	-	0.04	720
6	-	0.04	900

Tabla 1. Resultados de pruebas pirometalúrgicas

Para pruebas de electrodeposición se emplearon tres diferentes ácidos (sulfúrico, nítrico y clorhídrico), teniendo como cátodo placas de cobre, y en cuanto a los ánodos se optó por realizar las pruebas con dos diferentes ánodos, una aleación de Zn-Al-Cu y grafito.

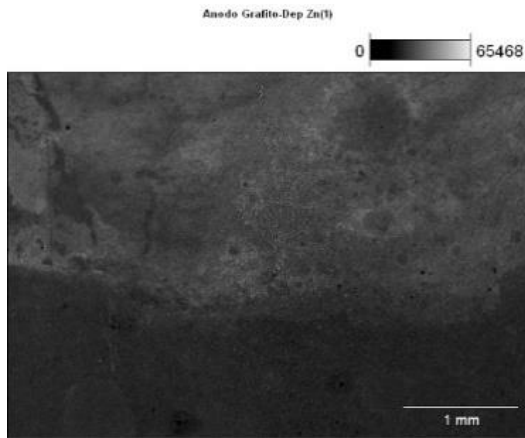


Gráfica 1. Depósito de pruebas electroquímicas

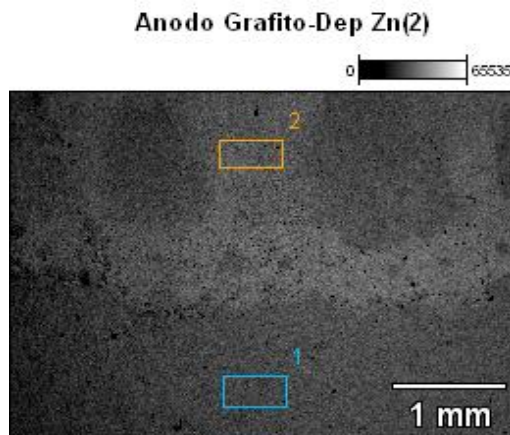
La prueba con más depósito es la prueba 3, teniendo la solución de H₂SO₄ con ánodo de Zn-Al-Cu, teniendo un depósito de 0.0057 gr de zinc metálico, donde el ánodo no se disolvió rápido en la solución a comparación de otras pruebas.

La segunda prueba con más depósito fue la prueba 5, en donde se empleó la solución de HCl con ánodo de grafito, teniendo un depósito de 0.0033g de zinc, la ventaja que se tuvo en esta prueba es que no se presentó desgaste en el ánodo.

En la Fig. 50 se observa la fotomicrografía del depósito en las placas de cobre con los dos diferentes ánodos empleados, esto para conocer los elementos que conforman el depósito. La capa depositada en el cátodo se encuentra compuesta de zinc metálico.



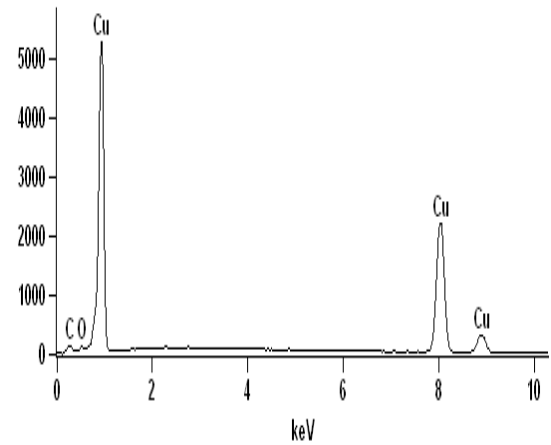
(a)



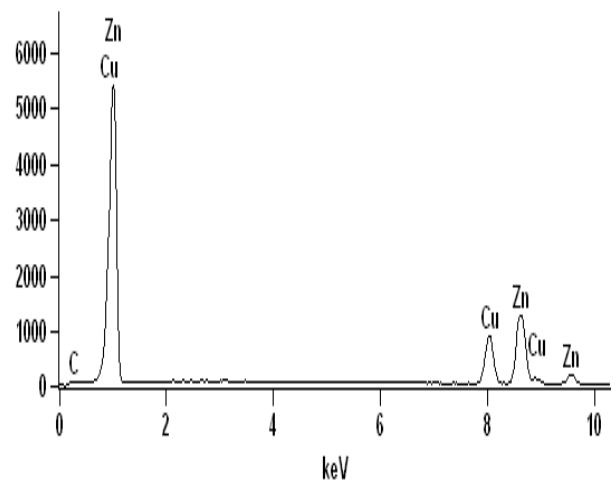
(b)

Figura 2. Fotomicrografías de a) ánodo de grafito y b) ánodo de Zn-Al-Cu

La Fig. 51 muestra el espectro EDS de las placas depositadas. Se observan picos que corresponden al Zn principalmente y con contenidos de Cu ya que este fue el cátodo empleado para la deposición de zinc.



(a)



(b)

Figura. 3. a) b) Análisis cualitativo por EDS de placas de Cu

Conclusiones. Mediante DRX y MEB se identificó las especies contenidas en los polvos extraídos de la industria fundidora, teniendo componentes mayoritarios al óxido de zinc (ZnO). Experimentalmente es posible la obtención del zinc metálico a partir de los polvos de óxido de zinc por método pirometalúrgico y electroquímico. La recuperación de zinc metálico en pruebas pirometalúrgicas se vio afectada principalmente por el control de la temperatura aplicada en cada prueba, debido a que el zinc tiende a evaporarse y en contacto con el oxígeno de la atmósfera se oxida muy rápidamente. Los parámetros óptimos obtenidos fueron: un crisol de grafito y un horno de resistencia, con proporciones de: 10g ZnO y 15g de grafito como agente reductor. Los productos obtenidos en su

mayoría están conformados por zinc metálico y un óxido de zinc más puro. Se demostró la eficiencia de la recuperación de zinc metálico por pruebas electroquímicas, siendo influenciado principalmente por el ácido y el ánodo empleado en cada prueba. Los parámetros obtenidos fueron: emplear la solución de H_2SO_4 con ánodo de Zn-Al-Cu y HCl con ánodo de grafito ambas en una corriente de 0.2 Amp. Se identificó termodinámicamente mediante el software SAT-IPN que el carbón reduce al óxido de zinc ante altas temperaturas produciendo la oxidación del zinc previamente reducido. Así mismo, se demostró que el silicio puede fungir como reductor del zinc a menor temperatura y reduciendo el riesgo de evaporación.

Referencias.

[1] J. P. Esteban, Reciclado y Tratamiento de Residuos, Madrid: UNED, 2008.

[2] S. R. Rao, Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes, Canada: copyright, 2006.

[3] H. Madrid, «Reciclaje de chatarra de Zinc,» RECEMSA, pp. 1-2, 2013.

Estudio del efecto de composición "x" en las propiedades de películas delgadas de $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ para su aplicación como celda solar

A.A Alba-Castillo, E.J Castillo-Ibarra, D.L. Martínez-Hernández, L.A Rodríguez-Olvera, L.R. Arellano-Piña, E.A Sánchez Ramírez

^aUPIIZ-IPN, Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Zacatecas 98160

Palabras clave: Películas delgadas, Baño químico, Mapeo Raman, DRX

Introducción. Los semiconductores podrían considerarse como materiales de gran impacto en los avances científicos y tecnológicos. Los semiconductores II-VI, han sido de gran interés en las últimas décadas debido a sus propiedades óptica y eléctricas de características únicas que los hacen sustentables para múltiples aplicaciones como parte de celdas solares, transistores, fotodetectores, materiales fotovoltaicos entre otros [1-2]. Particularmente $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ son obtenidas por diferentes métodos químicos y físicos, tales como: ablación laser, evaporación térmica, electrodeposición, solución química, entre otras. Las propiedades de las películas son controladas por la modificación de los parámetros de la reacción química. Solución química es una técnica ampliamente empleada para sintetizar películas delgadas de semiconductores II-VI, debido a que es asequible, y permite el control de los parámetros de manera sencilla. Controlar los parámetros experimentales, permite controlar las propiedades y la composición [1].

Materiales y Métodos. Se emplearon sustratos de vidrio Corning, fueron lavados ultrasónicamente con solventes, tricloroetileno, acetona y metanol durante 5 min, cada solvente. Para mejorar la adherencia de las películas con contenido de Se, se atacaron químicamente con HCl durante 25 min y posteriormente enjuagados con agua destilada. Las películas de $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ fueron crecidas empleando solución química variando la composición, temperatura y tiempo de deposición. Soluciones de CdCl_2 , $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$, and Na_2SeSO_3 fueron usados como precursores. La reacción ocurre en medio alcalino, por lo que el pH se ajustó entre 10 y 11. Usando NH_4OH y NH_4Cl . La relación de reactivos empleada fue ajustada como se ha descrito previamente en [3]. Para las películas de CdS se utilizó una relación Cd:S; 5:1 Como se ha reportado en [4]. Y en las películas de CdSe se empleó una

relación 1:1. [5]. Las propiedades de las películas fueron analizadas empleando, difracción de rayos X, espectroscopia UV-Vis, Raman. La composición de las películas y cristalinidad fue corroborada con difracción de rayos X y EDS.

Resultados y discusiones.

El efecto de la composición es evidente en todas las propiedades estudiadas, como puede observarse en la Fig. 1. En la que se presenta el efecto de la composición en el band gap y el tamaño de cristal. En esta figura se observa un desplazamiento que va de 15 a 6 nm, y de 2.37 a 1.85 eV respectivamente con el incremento de x, este fenómeno se puede deber a la introducción de los átomos de Se a la red cristalina de CdS,

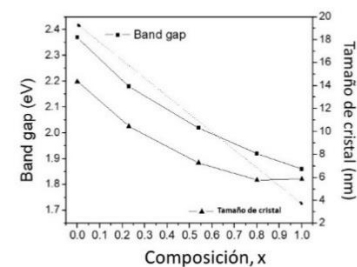


Fig. 1. efecto de la composición en los valores de band gap y tamaño de cristal de las películas delgadas de composición $x=0$ a $x=1$

Las composiciones estudiadas $x=0$ a 1, depositadas a 75°C , fueron analizadas en un área de $4 \times 4 \mu\text{m}^2$. La evolución de la frecuencia Raman de los picos de CdS y CdSe se muestran en la Fig 2. En las películas de CdS y CdSe solo se observa un modo del fonon LO, que ha sido reportado $305 \pm 3 \text{ cm}^{-1}$ and $202 \pm 3 \text{ cm}^{-1}$ respectivamente. Estas variaciones pueden ser relacionadas al esfuerzo residual o tamaño de partícula, ambos podrían deberse al

método de síntesis de las películas o a la elección del sustrato. En el caso de los ternarios exhiben ambos picos mencionados con un desplazamiento con el aumento de x . La Tabla 1 resume las posiciones que describen este desplazamiento. En principio esto puede ser atribuido al tamaño y número de átomos de Se.

Tabla 1. Frecuencia del fonón en función de la composición x .

Composición (x)	Frecuencia de fonon CdS (cm^{-1})	Variación máxima sobre la sección transversal (cm^{-1})	Frecuencia de fonon CdSe (cm^{-1})	Variación máxima sobre la sección transversal (cm^{-1})
0	295.9-298.2	2.3		
0.25	296.1-299.7	3.6	197.2-204.3	7.1
0.5	276.4-285.4	9	206.1-212.1	6
0.75	267.6-282.7	15.1	204.9-210	5.1
1			201-204.6	3.6

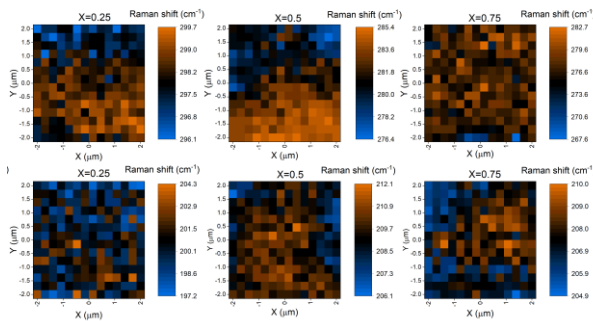


Fig. 2. Mapeos Raman Confocal Raman de películas delgadas de $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ obtenidas en un área de $4 \times 4 \mu\text{m}^2$.

Conclusiones. Todas las películas son policristalinas y exhiben fase hexagonal con orientación preferencial al plano (002). Las propiedades son

fuertemente afectadas con x . Los cantos de absorción tienen buena calidad lo que sugiere una solución sólida, los valores de la banda prohibida varían de 2.37 a 1.85 eV y el tamaño de cristal varía de 15 a 6 nm. El mapeo de espectroscopia Raman permite determinar que las películas binarias mostraron un modo LO en un intervalo de 296 cm^{-1} a 298 cm^{-1} para CdS and CdSe de 201 cm^{-1} a 204 cm^{-1} . Ambos modos de dispersión aparecen en los ternarios. La posición del pico de Raman muestra una anomalía a $x=0.25$, lo que indica un reblandecimiento de los enlaces mostrando una posible transición de fases. Lo observado en el FWHM sugiere que las películas no tienen una mezcla perfecta de solución sólida a escala de unos cuantos nanómetros (vida media del fonon).

Agradecimientos. E.A.S.R agradece por el financiamiento del proyecto IPN-SIP 20220783. LRAP agradece el financiamiento del proyecto a IPN-SIP 20220724.

Referencias.

- [1] G. Hodes, Chemical Solution Deposition of Semiconductor Films, first ed., Marcel Dekker Inc, New York, 2003.
- [2] S. Guo, Z. Li, G. Song, B. Zou, X. Wang, R. Liu, J. Alloys Compd. 649 (2015) 793–800, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.07.179> 0925-8388.
- [3] E.A. Sanchez-Ramirez, M.A. Hernandez-Perez, J. Aguilar-Hernandez, E. Rangel-Salinas, J. Alloys Compd. (2014). <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.12.255>.
- [4] V. Kumar, D.K. Dwivedi, Study on structural, optical and electrical properties of CdS 0.5 Se 0.5 thin films for photovoltaic applications, Optik 124 (2013) 2345–2348, <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2012.06.094>.
- [5] G.S. Shahane, B.M. More, C.B. Rotti, L.P. Deshmukh, Studies on chemically deposited $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ mixed thin films, Mater. Chem. Phys. 47 (1997) 263–267, [https://doi.org/10.1016/S0254-0584\(97\)80062-4](https://doi.org/10.1016/S0254-0584(97)80062-4).