# *Análisis Científico*

*MULTIDISCIPLINARIO: JALPA*

UJAT

**Coordinadora**

Maythe Ruiz de Dios

# *Análisis Científico*

## *MULTIDISCIPLINARIO: JALPA*

C O L E C C I Ó N
JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ
*Estudios regionales y desarrollo*

**José Manuel Piña Gutiérrez**
***Rector***

**José Manuel Vázquez Rodríguez**
***Director de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez***

# *Análisis Científico*

## *MULTIDISCIPLINARIO: JALPA*

**Coordinador**
Maythe Ruiz de Dios

Universidad Juárez
Autónoma de Tabasco

"Estudio en la duda. Acción en la fe"

Análisis Científico Miltidisciplinario : Jalpa / Editor, Maythe Ruiz de Dios. -- Segunda edición. -- Villahermosa, Centro, Tabasco : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2018.
69 páginas : Ilustraciones. -- (Colección: José María Pino Suárez. Estudios regionales y desarrollo).
Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.
ISBN 978-607-606-400-9.
1. Educación superior - Investigación. \ I. Ruiz de Dios, Maythe, editor.

L.C. LB2326.3 P47 2018

Primera edición, 2018

D. R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura
Col. Magisterial, C. P. 86040
Villahermosa, Centro, Tabasco.
www.ujat.mx

ISBN: 978-607-606-400-9

El contenido de la presente obra es responsabilidad exclusiva de los autores. Queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Se autoriza su reproducción parcial siempre y cuando se cite a la fuente.

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico Interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas, así como por el Consejo Divisional Editorial de la División Académica Miltidisciplinaria de Jalpa de Méndez de la UJAT. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentadas los datos que contiene no implican, de parte de la UJAT, juicio alguno sobre la delimitación de fronteras o límites y la mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la UJAT los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Aunque la UJAT fomenta la reproducción y difusión parcial o total del material contenido, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derecho o tarifas.

Apoyo editorial: Calíope Bastar Dorantes
Dafne Rodríguez González
Revisión de la edición: José Manuel Vázquez Rodríguez
Responsable de la edición: Maythe Ruiz de Dios

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México.

# ÍNDICE

**Análisis de la asociación entre el polimorfismo val66met del gen factor neurotrófico derivado del cerebro (bdnf) con el trastorno de ansiedad generalizado y las características clínicas en una población mexicana.** 9

**EDUCACIÓN PARA LA SALUD Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN LA LICENCIATURA EN ENFERMERÍA** 21

**HIDROGENACIÓN DE $CO_2$ SOBRE MATERIALES MIXTOS DE $Fe_2O_3$-$Al_2O_3$** 32

**AISLAMIENTO DE MONILIOPHTHORA RORERI (CIF Y PAR) EVANS ET AL. EN FRUTOS DE CACAO DEL ESTADO DE TABASCO** 43

**SINTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE WOx/ZrO2 PARA LA OXIDACIÓN DE COMPUESTOS AZUFRADOS** 51

# ANÁLISIS DE LA ASOCIACIÓN ENTRE EL POLIMORFISMO VAL66MET DEL GEN FACTOR NEUROTRÓFICO DERIVADO DEL CEREBRO (BDNF) CON EL TRASTORNO DE ANSIEDAD GENERALIZADO Y LAS CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS EN UNA POBLACIÓN MEXICANA

*Miguel Ángel Ramos Méndez*
*Thelma Beatriz González Castro*
*Yazmín Hernández-Díaz*
*Carlos Alfonso Tovilla Zárate*
*Candelario Rodríguez Pérez*

**RESUMEN**

El objetivo es explorar la asociación entre el polimorfismo del BDNF Val66Met (rs6265) y el trastorno de ansiedad generalizada en individuos mexicanos y si este polimorfismo tiene un papel en la sintomatología de la ansiedad. Un total de 75 pacientes con diagnóstico de trastorno de ansiedad generalizada, diagnosticados con trastorno de ansiedad generalizada y 137 sujetos sanos se utilizaron como grupo de comparación. La asociación de BDNF Val66Md con el riesgo de trastorno de ansiedad generalizada se evaluó por cuatro modos de herencia. El presente estudio mostró que el ser portador del alelo Met confiere un mayor riesgo de tener un trastorno de ansiedad [$\chi 2 = 4,7$, $p = 0,03$; OR (95%) 1,96 (1,05-3,56)] entre los pacientes con trastorno de ansiedad generalizada y el grupo de comparación. Nosotros concluimos que el alelo Met del polimorfismo Val66Met del gen BDNF podría estar involucrado en trastornos de ansiedad generalizada en población mexicana. Aunque no se estableció asociación entre este polimorfismo y características clínicas como la depresión y la ansiedad subclínica en la muestra de la población.

## INTRODUCCIÓN

Los trastornos de ansiedad se asocian con deterioros en las funciones académicas, profesionales, sociales y familiares de las personas, además de que se relacionan en el desarrollo de varias psicopatologías [1-3]. Estudios previos apoyan que la historia familiar es uno de los mejores factores de riesgo establecidos para los trastornos de ansiedad, con una heredabilidad que va del 20 a 40% [4 - 6]. En este sentido, el gen BDNF (factor neurotrófico derivado del cerebro) ha estado involucrado en la patofisiología de los trastornos de ansiedad debido a que el BDNF es un miembro de factores de crecimiento de la familia neurotrofina y se concentra en las regiones cerebrales que participan en el hipocampo y la amígdala [7-13].

En cuanto a los estudios realizados entre la asociación de BDNF y los trastornos neuropsiquiátricos, el polimorfismo más estudiado del gen en seres humanos es el rs6265 en el que hay una sustitución de Valina por una Metionina en el codón 66 (Val66Met) [1, 2]. Subsecuentemente, se ha propuesto que los portadores de Met tienen mayor respuesta neural para las caras emocionales y, debido a esto se ha sugerido que este alelo puede afectar importantes comunicaciones neurales en la ansiedad y otras psicopatologías [14-16].

## OBJETIVO GENERAL

i) Analizar la asociación entre el polimorfismo Val66Met del gen BDNF con el trastorno de ansiedad generalizado mediante un estudio de casos y controles.

ii) Evaluar la asociación entre el polimorfismo Val66Met del gen BDNF con las características clínicas como depresión y ansiedad subclínica en una población mexicana.

## MATERIALES Y MÉTODO

- **Participantes del estudio**

En el presente estudio, un total de los 75 pacientes (13 varones, 62 mujeres) fueron reclutados; la edad media fue de 44,72 (DE 15.67) años (rango 18-80 años). Mientras que en el grupo de comparación (n = 137) la edad media fue de 35,34 (DE 14.53) años (rango 18-80 años). Los pacientes fueron reclutados en el Hospital General del Comalcalco. Para reducir la variación étnica se incluye sólo descendientes de los padres y abuelos mexicanos

- **Declaración de Ética**

Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado para participar. La participación fue voluntaria, por lo tanto, ninguna de las personas recibió una remuneración económica. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación DAMC-UJAT y por el Comité de Ética del Hospital General de Comalcalco (INV / 259 / C / 1011).

- **Evaluación clínica**

El diagnóstico para los pacientes se basó en los criterios del Manual Diagnóstico y Estadístico del Desorden Mental (DSM-IV), utilizando la Mini Entrevista Internacional Neuropsiquiatrica (MINI). Todos los sujetos en estudio fueron evaluados por un psiquiatra profesional.

- **Procedimiento de evaluación de las variables clínicas.**

Las características sociodemográficas, como género, edad y / o nivel de educación, se recolectaron mediante un cuestionario estructurado. Todos los sujetos se midieron en cuanto a la altura y se pesaron en kilogramos (kg) usando una escala digital Tanita® (Tanita Corporation, Clearbrook, IL, EE.UU.).

El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso (kg) por la altura (m).

Para observar la asociación entre BDNF Val66Met y las variables clínicas, se midió la depresión y la ansiedad subclínica. Para la medida de la depresión se utilizó la escala de Hamilton Depression Rating en español (HDRS) [17, 18]. El HDRS ha sido validado en español, es ampliamente utilizado para los estudios en investigación y el servicio de curación pública en Tabasco. El HDRS comprende 17 elementos diseñados para evaluar la gravedad de la depresión con rango de puntuación de 0 a 52. Para la medida de la ansiedad subclínica, se utilizó el estado Trait Ansiedad Inventario (STAI) [19,20]. Este instrumento ha sido validado en español y se ha demostrado una viabilidad para su uso [21, 22]. El STAI evalúa el estado de la ansiedad (Y-1) y el rasgo de la ansiedad (Y-2) agrupados en dos subescalas. Cada subescala tiene 20 unidades calificadas en escala de 4 puntos desde el 1 hasta el 4.

- **BDNF Val66Met (rs6265) genotipado.**

El ADN genómico fue extraído de los leucocitos de sangre periférica utilizando un método de Lahiri y Nurnberger modificado [23]. El BDNF Val66Met (rs6265) fue genotipado utilizando una reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Como se ha informado anteriormente utilizamos 5μL de volumen final [24]. Se utilizó la exonucleasa 5 TaqMan para ensayos de genotipo (C_11592758_10). La intensidad de la fluorescencia se midió con el sistema de PCR Tiempo real 7500 utilizando el software v2.1 (Applied Biosystems). Se realizó como control de calidad una genotipicación a ciego cada veinte muestras por duplicado.

- **Análisis estadístico**

Los datos se presentan como números con frecuencias y porcentajes para variables categóricas. La demografía (años de edad, años de escolaridad) y antropométrica (índice de masa corporal) se presentaron como medias y

desviaciones estándar (DE) como variables continuas. Hemos probado el equilibrio de Hardy-Weinberg utilizando la prueba de X2 de Pearson's. Se utilizó la prueba de X2 para comparar el genotipo y la frecuencia de los alelos entre los grupos de pacientes en el estudio y el grupo de comparación. Se realizaron análisis de asociación entre el polimorfismo BDNF Val66Met y las características demográficas, antropométricas y clínicas (HDRS, STAI-Y1, STAI-Y2) con análisis de varianza (ANOVA) utilizando la versión de software estadístico SPSS 20.0. El nivel de significancia se estableció en $p < 0.05$.

## RESULTADOS

### ∞ Características de la población estudiada

Las características sociodemográficas de los casos y el grupo de comparación se resumen en la Tabla 1. Se observó un mayor número de mujeres en el grupo en estudio. Las características como la edad, el nivel de educación y el índice de masa corporal fueron diferentes entre los casos y el control.

Tabla.-1
Características sociodemográficas del grupo de comparación y pacientes con trastornos de ansiedad.

| | Muestra total | | Grupo control | | Casos | | Estadística | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | χ2 | gl | p |
| Género | | | | | | | | | |
| Hombre | 75 | 35.4 | 62 | 45.3 | 13 | 17.3 | 16.52 | 1 | <0.05 |
| Mujer | 137 | 64.6 | 75 | 54.7 | 62 | 82.7 | | | |
| Nivel socio-economico | | | | | | | | | |
| Alto | 0 | | 0 | | 0 | | 2.16 | 1 | 0.09 |
| Medio | 82 | 38.7 | 48 | 35 | 34 | 45.3 | | | |
| | Promedio (DE) | Rango | Promedio (DE) | Rango | Promedio (DE) | Rango | t | gl | p |
| Edad (Años) | 38.66 (15.62) | 18-80 | 35.34 (14.53) | 18-80 | 44.72 (15.81) | 18-80 | -4.35 | 210 | <0.01 |
| Años de escolaridad | 11.88 (0-24 | 0-24 | 14.54 (3.36) | 2-24 | 7.01 (5.64) | 0-18 | 12.15 | 210 | <0.01 |
| Índice de masa corporal | 26.45 (4.89) | 18.3-48.3 | 25.57 (4.77) | 18.3-43.25 | 28.04 (4.73) | 18.67-48.32 | -3.60 | 210 | <0.01 |

## FRECUENCIAS ALELO Y GENOTIPO.

Las frecuencias de genotípicas del BDNF Val 66Met en los pacientes (p-valor = 0.54) y el grupo control (p = 0.7) satisfacen el equilibrio de Hardy-Weinberg. En este sentido, la distribución de los alelos y genotipos en ambos grupos por género se presenta en la Tabla 2. Con respecto a la distribución genotípica no se observó asociación estadísticamente significativa entre el grupo en el estudio y el grupo control ($\chi 2$ = 4.57, p = 0.10). Sin embargo, se observó una significancia por el alelo [$\chi 2$ = 4,7, p = 0,03, OR (IC 95%) 1,96 (1,05-3,56)]. Cuando se analizó por género, no se observaron diferencias en las frecuencias por genotipo y alelos (Tabla 2). Además, la hipótesis de herencia se probó de acuerdo con cuatro modelos: codominante, dominante, recesiva y sobredominante. Sin embargo, ninguno de los modelos de herencia se asoció con un mayor riesgo de desarrollar trastorno de ansiedad (Tabla 3).

Tabla 2.
Genotipo y frecuencias de los alelos de Val65Met (rs6265) de BDNF en pacientes con trastorno de ansiedad generalizada y grupo de comparación.

| rs6265 | Casos | Controls | Casos | Controls |
|---|---|---|---|---|
| | Hombres | | Mujeres | |
| Genotipos | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) |
| Val-Val | 11 (84.6) | 42 (67.7) | 50 (80.6) | 51 (68.0) |
| Val-Met | 2 (15.4) | 18(29.0) | 11 (17.7) | 21 (28.0) |
| Met-Met | 0 | 2 (3.3) | 1 (1.7) | 3 (4.0) |
| Alélos | n (%) | n (%) | n (%) | n (%) |
| Val | 24 (92.3) | 102 (82.2) | 111 (89.5) | 123 (82.0) |
| Met | 2 (7.7) | 22 (17.8) | 13 (10.5) | 27 (18.0) |
| Total | 26 | 124 | 124 | 150 |
| | OR (95%) 2.58 (0.56-11.77) | | OR (95%) 1.84 (0.92-3.18) | |

Elaboración propia.

Tabla 3.
Análisis de riesgo de polimorfismo en función del modo de herencia en pacientes con trastorno de ansiedad generalizada y grupos de comparación considerando el polimorfismo rs6265 del BDNF.

| Modelo de herencia | Genotipo | Casos (n) | Control (n) | OR | 95%CI | Valor p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Codominante | Val-Val | 61 | 93 | 1.00 | | 0.27 |
| | Val-Met | 13 | 39 | 1.74 | 0.65-4.67 | |
| | Met-Met | 1 | 5 | 4.71 | 0.37-60.72 | |
| Dominante | Val-Val | 61 | 93 | 1.00 | | 0.15 |
| | Val-Met+Met-Met | 14 | 44 | 1.97 | 0.77-5.06 | |
| Recesivo | Val-Val+Val-Met | 74 | 132 | 1.00 | | 0.23 |
| | Met-Met | 1 | 5 | 4.17 | 0.33-52.90 | |
| Sobredominante | Val-Val+ Met-Met | 62 | 98 | 1.00 | | 0.33 |
| | Val-Met | 13 | 39 | 1.62 | 0.61-4.33 | |

Elaboración propia.

## CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS POR GENOTIPO

Finalmente, el presente estudio analizó las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes distribuidos por genotipos (Tabla 4). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas al analizar las características sociodemográficas, la presencia de depresión o la característica del estado o rasgo de la ansiedad en los pacientes. Estos resultados sugieren que el BDNF Val66Met no influye en la depresión o en las características de la ansiedad en pacientes diagnosticados con este tipo de trastornos.

Tabla 4
Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes distribuidos según el polimorfismo rs6265 de BDNF.

| Características (Media, DE) | Val-Val (n=61) | Val-Met (n=13) | Met-Met (n=1) | Muestra total | F | Valor p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel educativo | 7.03±5.99 | 7.00±4.08 | 6.00 | 7.01±5.64 | 0.01 | 0.98 |
| Edad en años | 44.41±15.58 | 45.23±17.75 | 57 | 44.72±15.81 | 0.31 | 0.73 |
| Índice de masa corporal | 27.68±5.01 | 29.34±2.80 | 33.3 | 28.04±4.73 | 1.30 | 0.27 |
| Depresión (HDRS) | 15.69±6.90 | 14.92±5.22 | 15.00 | 15.55±6.57 | 0.07 | 0.92 |
| STAI rasgo | 35.59±8.73 | 37.92±10.36 | 44.00 | 36.11±8.99 | 0.74 | 0.47 |
| STAI estado | 35.52±9.21 | 39.54±11.96 | 36.00 | 36.23±9.71 | 0.91 | 0.40 |

Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Se abordó la asociación del polimorfismo BDNF Val66Met entre los pacientes con trastorno de ansiedad generalizada y controles sanos. Posteriormente, se investigó si el polimorfismo Val66Met de BDNF influía en las características sociodemográficas y clínicas como el estado y el rasgo de la ansiedad en una población mexicana.

Los trastornos de ansiedad han atraído la atención especial por su alta prevalencia y debido a que estos pueden servir como predecesores para el desarrollo otras enfermedades mentales como por ejemplo el trastorno bipolar [4, 25]. Algunas evidencias sugieren que los factores genéticos pueden influir en la vulnerabilidad a los trastornos de ansiedad de desarrollo. El gen de BDNF ha

sido implicado en la fisiopatología de estos trastornos debido a que desempeña un papel clave en la memoria y la ansiedad en el cerebro [26-28].

El presente estudio demostró que el ser portador del alelo Met confiere mayor riesgo de padecer un trastorno de ansiedad en la muestra población Mexicana. Concerniente a esto, el alelo Met de este SNP se ha asociado con reducciones de volumen en las áreas involucradas en la regulación del comportamiento cognitivo y emocional tales como el hipocampo, la corteza prefrontal y amígdala en el cerebro [29, 31].Nuestros resultados concuerdan con otros estudios [32] en mostrar una asociación significativa entre el alelo Met y el riesgo de trastorno de ansiedad generalizada. Además, el alelo Met se asoció con un aumento en los niveles séricos de BDNF después de la estratificación según el diagnóstico. En otro estudio hecho en niños y adolescentes mostro que el polimorfismo del BDNF Met confiere mayor probabilidad de tener un trastorno de ansiedad [33]. Asimismo, Jiang y cols. [16] probaron la relación de esta variante en los estudios de asociación basados en un solo alelo con diagnósticos psiquiátricos y medidas de personalidad. Por consiguiente, más allá de nuestros resultados de asociación genética, los estudios anteriores muestran evidencia de que BDNF desempeñar un papel importante en la patofisiología de la ansiedad [34-37].

Sin embargo, cuando se evaluó la asociación entre el polimorfismo BDNF Val66Met y las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes, no fue posible observar ninguna asociación entre el BDNF en los datos clínicos de los pacientes mexicanos con trastorno de ansiedad generalizada. En estudios previos apoyan que el polimorfismo Val66Met podría estar asociado con la obesidad en el paciente el sufrimiento de una enfermedad psiquiátrica [38]. Concerniente a esto, estas discrepancias podrían tener las siguientes explicaciones: 1) el gen BDNF podría estar actuando en unión con otros genes "hipotéticos" o genes que contribuyen a las características clínicas de la enfermedad psiquiátrica se ha teorizado [39, 40], 2) la frecuencia alélica del gen

BDNF puede depender de la etnia [41- 43], 3) el tamaño de la muestra puede ser insuficiente para detectar los pequeños efectos del gen.

Finalmente, se debe mencionar algunas limitaciones de este estudio. En primer lugar, no se analizó la edad de inicio del trastorno de ansiedad generalizado y otros factores ambientales; la asociación entre el Val66Met podría depender de estas características individuales de los pacientes. En segundo lugar, no hemos considerado otros factores que podrían ejercer una influencia sobre los síntomas, como la comorbilidad psiquiátrica que podría representar un desafío para los estudios genéticos [37, 44 - 46].

## CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio mostraron que el alelo Met del polimorfismo Val66Met del gen BNDF podría estar involucrado en trastornos de ansiedad generalizada en una muestra de la población del sureste mexicano. Del mismo modo, no se estableció asociación entre este polimorfismo y características clínicas como la depresión y la ansiedad subclínica en la muestra de la población mexicana.

## REFERENCIAS

Kalueff, A.V., et al., BDNF in anxiety and depression. Science. 2006 Jun 16; 312(5780):1598-9; author reply 1598-9.

Kumari, A., et al., Social isolation mediated anxiety like behavior is associated with enhanced expression and regulation of BDNF in the female mouse brain. Physiol Behav, 2016. 158: p. 34-42.

Chen, J., et al., BDNF Val66Met, stress, and positive mothering: Differential susceptibility model of adolescent trait anxiety. J Anxiety Disord, 2015. 34: p. 68-75.

Park, M.H., et al., Preliminary study of anxiety symptoms, family dysfunction, and the brain-derived neurotrophic factor (BDNF) Val66Met genotype in offspring of parents with bipolar disorder. J Psychiatr Res, 2015. 61: p. 81-8.

Carola, V. and C. Gross, BDNF moderates early environmental risk factors for anxiety in mouse. Genes Brain Behav, 2010. 9(4): p. 379-89.

Chang, Y.H., et al., Genetic variants of the BDNF and DRD3 genes in bipolar disorder comorbid with anxiety disorder. J Affect Disord, 2013. 151(3): p. 967-72.

Chen, Z.Y., et al., Genetic variant BDNF (Val66Met) polymorphism alters anxiety-related behavior. Science, 2006. 314(5796): p. 140-3.

Frustaci, A., et al., Meta-analysis of the brain-derived neurotrophic factor gene (BDNF) Val66Met polymorphism in anxiety disorders and anxiety-related personality traits. Neuropsychobiology, 2008. 58(3-4): p. 163-70.

Gatt, J.M., et al., Interactions between BDNF Val66Met polymorphism and early life stress predict brain and arousal pathways to syndromal depression and anxiety. Mol Psychiatry, 2009. 14(7): p. 681-95.

Golimbet, V.E., et al., [Interaction effects of anxiety and the BDNF Val66Met polymorphism on attention in patients with schizophrenia spectrum disorders]. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova, 2013. 113(10): p. 49-54.

Golimbet, V.E., et al., [Anxiety and polymorphism Val66Met of BDNF gene--predictors of depression severity in ischemic heart disease]. Kardiologiia, 2015. 55(1): p. 9-13.

Hashimoto, K., BDNF variant linked to anxiety-related behaviors. Bioessays, 2007. 29(2): p. 116-9.

Hunnerkopf, R., et al., Interaction between BDNF Val66Met and dopamine transporter gene variation influences anxiety-related traits. Neuropsychopharmacology, 2007. 32(12): p. 2552-60.

Jamal, M., W. Van der Does, and B.W. Penninx, Effect of variation in BDNF Val (66) Met polymorphism, smoking, and nicotine dependence on symptom severity of depressive and anxiety disorders. Drug Alcohol Depend, 2015. 148: p. 150-7.

Janke, K.L., et al., Investigating the Role of Hippocampal BDNF in Anxiety Vulnerability Using Classical Eyeblink Conditioning. Front Psychiatry, 2015. 6(106).

Jiang, X., et al., BDNF variation and mood disorders: a novel functional promoter polymorphism and Val66Met are associated with anxiety but have opposing effects. Neuropsychopharmacology, 2005. 30(7): p. 1353-61.

Ramos-Brieva, J. and A. Cordero, Validación de la versión castellana de la escala de Hamilton para la depresión. Actas Luso-Esp Neurol Psiquiatr, 1986. 14: p. 324-334.

Bobes, J., et al., Evaluación psicométrica comparativa de las versiones en español de 6, 17 y 21 ítems de la Escala de valoración de Hamilton para la evaluación de la depresión. Medicina Clínica, 2003. 120(18): p. 693-700.

Guillén Riquelme, A. and G. Buela Casal, Estructura factorial del Cuestionario de Ansiedad Estado-Riesgo (STAI) para pacientes diagnosticados con depresión. 2015, 2015. 38(4): p. 6.

Spielberger, C.D., STAI manual for the state-trait anxiety inventory. Self-Evaluation Questionnaire, 1970: p. 1-24.

Rodrigo, G. and M. Lusiardo, Note on the reliability and concurrent validity of the Spanish version of the State-Trait Anxiety Inventory. Percept Mot Skills, 1988. 67(3): p. 926.

Moreira, F.P., et al., The Met allele of BDNF Val66Met polymorphism is associated with increased BDNF levels in generalized anxiety disorder. Psychiatr Genet, 2015. 25(5): p. 201-7. Miller, S., et al., Brain-derived neurotrophic factor val66met genotype and early life stress effects upon bipolar course. J Psychiatr Res, 2013. 47(2): p. 252-8.

Arias, B., et al., The role of genetic variability in the SLC6A4, BDNF and GABRA6 genes in anxiety-related traits. Acta Psychiatr Scand, 2012. 125(3): p. 194-202.

Hamilton, M., A rating scale for depression. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 1960. 23(1): p. 56-62.

Konishi, Y., et al., The Association of BDNF Val66Met Polymorphism With Trait Anxiety in Panic Disorder. J Neuropsychiatry Clin Neurosci, 2014. 26(4): p. 344-51.

Lang, U.E., et al., Association of a functional BDNF polymorphism and anxiety-related personality traits. Psychopharmacology, 2005. 180(1): p. 95-9.

Martinowich, K., H. Manji, and B. Lu, New insights into BDNF function in depression and anxiety. Nat Neurosci, 2007. 10(9): p. 1089-93.

Lee, S.Y., et al., COMT and BDNF interacted in bipolar II disorder not comorbid with anxiety disorder. Behav Brain Res, 2013. 237: p. 243-8.

Montag, C., et al., The BDNF Val66Met polymorphism and anxiety: support for animal knock-in studies from a genetic association study in humans. Psychiatry Res, 2010. 179(1): p. 86-90.

Lahiri, D.K. and J.I. Nurnberger, Jr., A rapid non-enzymatic method for the preparation of HMW DNA from blood for RFLP studies. Nucleic Acids Res, 1991. 19(19): p. 5444.

Gonzalez-Castro, T.B., et al., Association of the 5HTR2A gene with suicidal behavior: case-control study and updated meta-analysis. BMC Psychiatry, 2013. 13: p. 25.

Moreira, F.P., et al., The Met allele of BDNF Val66Met polymorphism is associated with increased BDNF levels in generalized anxiety disorder. Psychiatr Genet, 2015. 25(5): p. 201-7.

Matsuo, K., et al., Neuronal correlates of brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism and morphometric abnormalities in bipolar disorder. Neuropsychopharmacology, 2009. 34(8): p. 1904-13.

Frodl, T., et al., Association of the brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism with reduced hippocampal volumes in major depression. Arch Gen Psychiatry, 2007. 64(4): p. 410-6.

Miyajima, F., et al., Brain-derived neurotrophic factor polymorphism Val66Met influences cognitive abilities in the elderly. Genes Brain Behav, 2008. 7(4): p. 411-7.

Szeszko, P.R., et al., Brain-derived neurotrophic factor val66met polymorphism and volume of the hippocampal formation. Mol Psychiatry, 2005. 10(7): p. 631-6.

Tocchetto, A., et al., Evidence of association between Val66Met polymorphism at BDNF gene and anxiety disorders in a community sample of children and adolescents. Neurosci Lett, 2011. 502(3): p. 197-200.

Mueller, S.C., et al., Gray matter volume in adolescent anxiety: an impact of the brain-derived neurotrophic factor Val (66) Met polymorphism? J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2013. 52(2): p. 184-95.

Lau, J.Y., et al., BDNF gene polymorphism (Val66Met) predicts amygdala and anterior hippocampus responses to emotional faces in anxious and depressed adolescents. Neuroimage, 2010. 53(3): p. 952-61.

Morales-Marin, M.E., et al., Association between obesity and the brain-derived neurotrophic factor gene polymorphism Val66Met in individuals with bipolar disorder in Mexican population. Neuropsychiatr Dis Treat, 2016. 12: p. 1843-8.

Gonzalez-Castro, T.B., et al., The role of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) Val66Met genetic polymorphism in bipolar disorder: a case-control study, comorbidities, and meta-analysis of 16,786 subjects. Bipolar Disord, 2015. 17(1): p. 27-38.

Schiele, M.A., et al., Influence of 5-HTT variation, childhood trauma and self-efficacy on anxiety traits: a gene-environment-coping interaction study. Journal of Neural Transmission, 2016. 123(8): p. 895-904.

Wang, J., et al., Meta-analysis of the association of brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism with obsessive–compulsive disorder. Acta Neuropsychiatrica, 2015. 27(6): p. 327-335.

Suliman, S., S.M. Hemmings, and S. Seedat, Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) protein levels in anxiety disorders: systematic review and meta-regression analysis. Front Integr Neurosci, 2013. 7(55).

Sun, M.M., et al., BDNF Val66Met polymorphism and anxiety/depression symptoms in schizophrenia in a Chinese Han population. Psychiatr Genet, 2013. 23(3): p. 124-9.

Wang, Y., et al., BDNF Val66Met polymorphism and plasma levels in Chinese Han population with obsessive-compulsive disorder and generalized anxiety disorder. J Affect Disord, 2015. 186: p. 7-12.

# EDUCACIÓN PARA LA SALUD Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN LA LICENCIATURA EN ENFERMERÍA

*M.D. Rosa Felicita Ortiz Ojeda*
*Est. Teresa de Jesús de la O Martínez*
*Est. Laura Judith Rueda Santiago*
*Mtra. Rosa del Rosario Collado Torres*

**RESUMEN**

En el presente trabajo se aborda la importancia de la formación docente y los puntos de vista de los alumnos a los que se les ha impartido la asignatura en la Licenciatura en Enfermería como resultado de los aprendizajes adquiridos. La materia de Educación para la Salud es una de las herramientas que el alumno utilizará en las prácticas para que el proceso de enseñanza- aprendizaje sea satisfactorio y significativo. Dicha materia provee al alumno los conocimientos necesarios que le ayudan a realizar la enseñanza de una forma organizada, de acuerdo al contexto y a sus necesidades.

***Palabras clave*— Educación, Salud, enseñanza, docencia, aprendizaje y didáctica.**

## INTRODUCCIÓN

La educación es un proceso representado por cualquier influencia sobre el individuo que lo haga capaz de adquirir conocimientos, aptitudes, actitudes y comportamientos que acepte su grupo social. Son muy numerosos los conceptos acerca de la educación, algunos se refieren a la influencia directa del individuo, otros consideran los propósitos que se buscan en el sujeto en particular. En la actualidad, la educación para la salud es reconocida como una de las estrategias básicas en las que se debe sustentar el cambio en los sistemas sanitarios para poder alcanzar la salud óptima para todos.

Las estrategias de promoción de la salud no se limitan a un problema de salud específico, como tampoco a un conjunto de comportamientos específicos. El conjunto de la OMS aplica los principios y las estrategias de la promoción de la salud a diversos grupos de población, factores de riesgo y enfermedades en diversos contextos. La promoción de la salud y las iniciativas conexas en materia de educación, desarrollo comunitario, políticas, legislación y regulación son igualmente válidas para la prevención de las enfermedades transmisibles, los traumatismos y la violencia, así como los problemas mentales, al igual que para la prevención de las enfermedades no transmisibles (OMS, 2001).

La educación para la salud une dos ámbitos: la educación y la salud, por tanto, en su estructuración se retoman, según la corriente que la conceptualice instrumente, aspectos de las áreas de trabajo de educación general, educación de adultos, educación popular, atención a la salud y trabajo comunitario. De igual manera, se incluyen varias disciplinas científicas, entre ellas: historia, filosofía de la educación y la salud, ciencias políticas, psicología, sociología, economía de la educación y de la salud, epidemiología, administración de servicios de salud, pedagogía, tecnología educativa, etc. (Villaseñor, 2004).

De acuerdo con los datos que se recolectaron en el 2016 en alumnos de la Licenciatura en Enfermería los cuales cursaron la materia de Educación para la Salud (EPS) y que dan sus puntos de vista en relación a la materia y su importancia al momento de la enseñanza a la población como un proceso en el cual transmiten información, es importante mencionar que tiene como objetivo fomentar estilos de vidas saludables , mediante la toma de conciencia de nuevos métodos de promoción de la salud, prevenir y afrontar problemas de salud. El propósito general de la investigación fue analizar la importancia de la materia de EPS en los alumnos de la Licenciatura en Enfermería de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## OBJETIVOS

- Identificar la importancia de la formación docente en los alumnos de la licenciatura de enfermería.
- Valorar si las estrategias, métodos de enseñanza y dinámicas que brinda la materia de Educación Para la Salud son las adecuadas para el proceso enseñanza-aprendizaje de acuerdo con el alumno encuestado.
- Conocer la significancia que el alumno tiene hacia la comunidad como un escenario para llevar a cabo las estrategias aprendidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación se aborda desde el modelo mixto que representa la integración o combinación entre los paradigmas cualitativos y cuantitativos para dar profundidad a los datos y a la contextualización del ambiente, porque aporta un punto de vista natural y holístico de la problemática en estudio. De acuerdo con (Taylor & Bogdan, 1987) que consideran, en un sentido amplio, la investigación cualitativa como "aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, la conducta observable" y el objetivo de esta es la comprensión, centrando la indagación en los hechos. También se usan los estudios exploratorios que permiten aproximarse a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de familiaridad y contribuyen con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular.

La investigación se abordó a través del estudio de caso, no es una opción metodológica, sino una elección sobre el objeto a estudiar. Como forma de investigación, el estudio de caso se define por su interés en casos particulares (Stake, 1994). Se utiliza este tipo de investigación porque se desea alcanzar una mayor comprensión del punto de vista de los alumnos encuestados.

El diseño de la encuesta se realizó de la siguiente manera: consta de 12 reactivos para los alumno; siendo el objetivo de la encuesta la obtención de información de la importancia que tiene la materia de EPS en el área de enfermería.

La encuesta se realizó a los alumnos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, de la Licenciatura de Enfermería aplicando así a cuatro grupos que cursan el cuarto semestre, siendo un total de alumnos de 140, los cuales ya cursaron esta asignatura en el tercer semestre de su licenciatura.

Para el presente trabajo se muestran las siguientes preguntas: "¿La materia de educación para la salud brinda estrategias, métodos de enseñanza y dinámicas favorables para el proceso enseñanza-aprendizaje?", "¿La comunidad es un escenario propicio para la educación para la salud?", "¿En el área de enfermería es importante la formación pedagógica?".

La obtención de los datos se llevó a cabo mediante técnicas que proporcionaron la realidad natural y compleja que se pretende estudiar y que resulte más comprensible y fácil de interpretar.

Para la recolección de datos se utilizaron encuestas aplicadas de forma escrita e individual. Se le entregó a cada alumno una encuesta con 12 preguntas y cuatro posibles respuestas.

El análisis y procesamiento de la información se hizo a través de la hoja de cálculo de Excel donde se representaron gráficamente los resultados que dan a conocer la importancia de la materia de EPS en la Licenciatura en Enfermería y las opiniones de los alumnos.

## RESULTADOS

A continuación se muestran las tablas con cada una de las preguntas que se seleccionaron para este trabajo de investigación y sus respectivas respuestas en una tabla con las frecuencias y porcentajes de acuerdo a los cuestionarios aplicados a los alumnos, asimismo una gráfica de pastel de los mismos datos:

**1- ¿La materia de educación para la salud brinda estrategias, métodos de enseñanza y dinámicas favorables para el proceso enseñanza-aprendizaje?**

Tabla 1. Frecuencias y porcentajes de respuestas de la pregunta no. 1.

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| A)En desacuerdo | 0 | 0 % |
| B) De acuerdo | 27 | 19 % |
| C) Totalmente de acuerdo | 104 | 74% |
| D) Parcialmente de acuerdo | 9 | 7% |
| **Total** | **140** | 100.00 % |

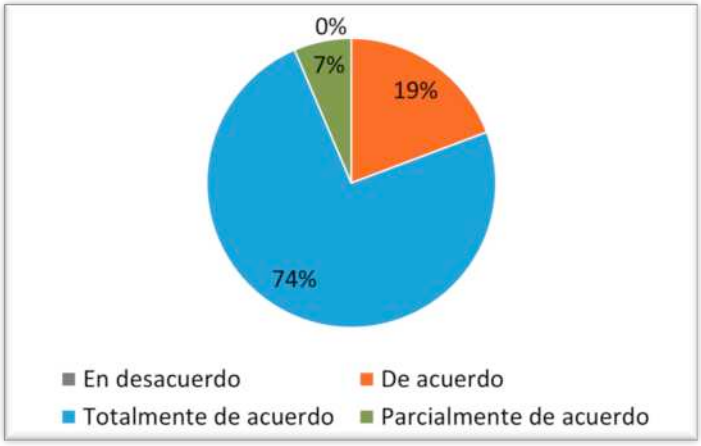



Figura 1. Porcentajes de respuestas de la pregunta no. 1

El 74% de los estudiantes encuestados afirmó estar totalmente de acuerdo en que la materia de educación para la salud brinda estrategias, métodos de enseñanza y dinámicas favorables para el proceso enseñanza-aprendizaje. Seguidamente el 19% estuvo de acuerdo mientras que un 7% señaló estar parcialmente de acuerdo. Por lo que se visualiza la importancia de la materia

de EPS para la formación de la Licenciatura en Enfermería; produce un impacto favorable para el proceso enseñanza-aprendizaje desde esta perspectiva (ver Figura 1 y Tabla 1).

**2- ¿La comunidad es un escenario propicio para la educación para la salud?**

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de respuestas de la pregunta no. 2.

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| A).En desacuerdo | 4 | 3 % |
| B) De acuerdo | 36 | 26% |
| C) Totalmente de acuerdo | 80 | 57% |
| D) Parcialmente de acuerdo | 20 | 14 % |
| **Total** | **140** | 100% |

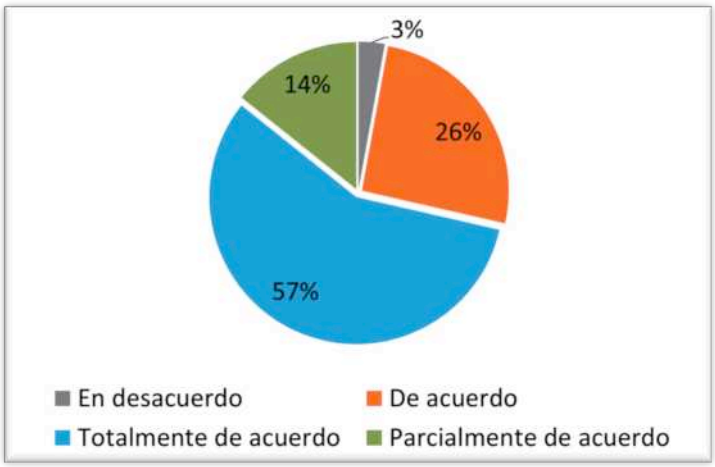



Figura 2 Porcentaje de respuestas de la pregunta no. 2

El 57% de los alumnos afirma que la comunidad es el lugar adecuado para la EPS y el 26% está de acuerdo. Es importante resaltar que la comunidad es donde hay mayor número de charlas educativas, las cuales son descritas como prevención primaria de salud para la población; para las cuales se necesita

formación didáctica y pedagógica que faciliten a la comunidad en la interiorización de los aprendizajes y sean significativos en la vida cotidiana (ver Figura 2 y Tabla 2).

**3- ¿En el área de enfermería es importante la formación pedagógica?**

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de respuestas de la pregunta no. 3.

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| A)En desacuerdo | 1 | 1% |
| B) De acuerdo | 36 | 26% |
| C) Totalmente de acuerdo | 86 | 61% |
| D)Parcialmente de acuerdo | 17 | 12 % |
| **Total** | **140** | 100.00 % |

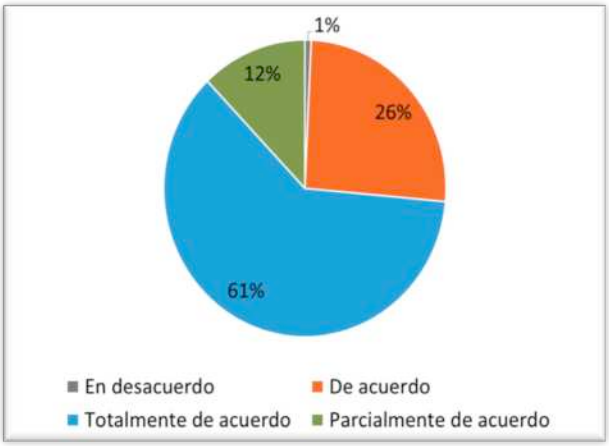



Figura 3 Porcentaje de respuestas de la pregunta no. 3

El 61% de los alumnos está convencido de que la formación pedagógica es importante en la licenciatura de enfermería, el 26 % de los encuestados expresa estar de acuerdo con esta afirmación, el 12% está parcialmente de acuerdo y el 1 % en desacuerdo. La formación pedagógica tiene una

trascendencia como se mencionaba anteriormente en el proceso de enseñanza-aprendizaje para modificar los estilos de vida. Respecto a la función debe estar encaminada a facilitar, ayudar, apoyar, motivar y orientar a las personas que estén a nuestro cargo.

Nuestra actitud debe caracterizarse por favorecer la creación de climas que favorezcan la comunicación, es primordial conocer los elementos de la comunicación para que el aprendizaje sea significativo de la misma forma cuando hablamos de nuevos estilos de vida, estos sean interiorizados y las conductas modificadas. Esta es quizás la clave que nos permita desarrollar la Educación para la Salud en todas sus vertientes ejerciendo el papel que nos corresponde y que por otra parte se espera del profesional en salud (ver Figura 3 y Tabla 3).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo los alumnos de afirman que la materia de educación para la salud brinda estrategias adecuadas para llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje, que les apoya, motiva y amplia los conocimientos para que se lleve a cabo el proceso de manera exitosa. Es importante resaltar que parte de la prevención primaria de salud es la educación y los alumnos de enfermería en conciencia de esto, consideran que su formación está completa cuando ellos obtienen las herramientas adecuadas para desempeñar favorablemente su rol como educadores es decir, la materia de EPS brinda estas herramientas pues lleva al alumno a descubrir nuevos métodos de enseñanza, estrategias didácticas y dinámicas para la elaboración de una charla educativa satisfactoria. Un lugar óptimo para la EPS es la comunidad; según el 57% de los alumnos. Este escenario brinda a los alumnos la oportunidad de probar diferentes estrategias, métodos de enseñanza y dinámicas. Cabe mencionar que durante el proceso enseñanza-aprendizaje los educadores; antes alumnos, se encontrarán con

diversas variables de la población; (edad, sexo, religión, nivel de educación, por mencionar algunos) que tendrán que enfrentar utilizando las herramientas adquiridas durante la formación docente que brinda la materia de EPS. Con esto se prueba la importancia de esta materia. Es preciso mencionar que le brinda al alumno confianza para estar frente a una población lista para aprender sobre el tema a impartir, sabiendo que el profesional de salud no solo conoce del tema sino que también está preparado para desarrollar dicho tema en una forma sencilla y comprensible para cada una de las personas a cargo del profesional en salud.

## REFERENCIAS

OMS. (2001). *Promoción de la salud: Informe de la Secretaría*. OMS.

Stake, R. (1994). *Investigación con estudios de casos*. Madrid: Morata.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*. Barcelona: Paidós.

Villaseñor, M. (2004). *Educar para la salud: reto de todos*. México: Revista de educación y desarrollo.

# HIDROGENACIÓN DE $CO_2$ SOBRE MATERIALES MIXTOS DE $Fe_2O_3$-$Al_2O_3$

*Lic. Francisco Alejandro De la Rosa Priego*[*]
*M. en C. Mario Alberto Guzmán Cruz*[1]
*M. en C. María Cecilia Ortiz Domínguez*[1]
*Dr. Manuel Acosta Alejandro*[2]
*Dr. Sergio Fuentes Moyado*[3]
*Dr. Jorge Noé Díaz de León Hernández*[3]

**RESUMEN**

Uno de los grandes problemas de nuestra sociedad actual es la contaminación atmosférica causada principalmente por el uso excesivo de combustibles fósiles y con ello el aumento continuo en los niveles de emisión de $CO_2$ al medio ambiente. Debido a este hecho, nuestro planeta está sufriendo las consecuencias de un calentamiento global o efecto invernadero. Por lo anterior, constantemente se buscan nuevas alternativas que puedan contrarrestar esta problemática. Se sintetizaron materiales de óxidos mixtos de $Fe_2O_3$-$Al_2O_3$ por el método sol-gel modificando la concentración del precursor de hierro (Fe) en 5, 10 y 20% y haciendo uso del surfactante Pluronic P123 (Agente director de estructura), los cuales fueron evaluados en la reacción de hidrogenación de $CO_2$ como base de la síntesis de Fischer-Tropsch. El estudio de las caracterizaciones de los materiales sintetizados se llevó a cabo por las técnicas de Difracción de Rayos X (DRX), Fisisorción de $N_2$ y Microscopia Electrónica de Barrido (SEM, por sus siglas en inglés). En la caracterización estructural por DRX de esta serie de óxidos binarios se mostró una débil formación de gamma alúmina (g-$Al_2O_3$). Por Fisisorción de $N_2$, se observó que los óxidos mixtos sintetizados son mesoporosos con tamaño de poros que oscilan entre 10.6 y 19.7 nm. La evaluación catalítica de los materiales sintetizados se efectuó en un reactor de

flujo continuo descendente bajo las mismas condiciones de reacción (20 bar, 673 K y $H_2/CO_2$=3) obteniendo principalmente metanol como uno de los productos, así como otros $C_{2+}$.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el incremento en la concentración de dióxido de carbono ($CO_2$) ha llamado mucho la atención, debido a que su emisión a la atmósfera causada en gran medida por factores antropogénicos, contribuye al efecto invernadero y su estudio se centra en la reducción de éstas, siendo una tarea extensa y a largo plazo.

En principio, hay tres estrategias posibles al respecto: la reducción de la cantidad de $CO_2$ producida, el almacenamiento de $CO_2$ y el uso del $CO_2$ [1]. La primera estrategia requiere mejoras en eficiencia energética y el cambio de combustibles fósiles hacia fuentes de energía de poca intensidad en carbono, como el hidrógeno y las energías renovables [2]. El almacenamiento de $CO_2$, que implica el desarrollo de nuevas tecnologías para su captura y resguardo, es un proceso relativamente bien establecido [3] y como una fuente económica, segura y renovable, este gas se convierte en un atractivo para la fabricación de productos químicos orgánicos [4]. Su utilización como materia prima para la producción de productos químicos no sólo contribuye a reducir los efectos del cambio climático causados por el aumento de las emisiones de éste, sino que también constituye un gran desafío para explorar nuevos conceptos y oportunidades para el desarrollo catalítico e industrial [5]. Por otra parte, el hidrógeno se considera un combustible de alta energía y se puede utilizar para la transformación de $CO_2$ como reactivo. Los principales productos de la hidrogenación de $CO_2$ pueden clasificarse en dos categorías: combustibles y productos químicos [6].

Los estudios que se han llevado a cabo sobre hidrogenación de $CO_2$ se pueden dividir en dos grandes grupos, en primer lugar, aquellos enfocados en la

síntesis de metanol y los otros hacia la metanación y obtención de hidrocarburos, y además de mezclas de $H_2/CO/CO_2$. Los metales del grupo VIII pueden usarse como catalizadores que conducen a la formación de hidrocarburos, metano ($CH_4$) y monóxido de carbono (CO); dependiendo del catalizador y de las condiciones de experimentación se observará la influencia en la distribución de los productos, pudiéndose apreciar que a mayores presiones se favorece la formación de alcohol (metanol) y otros productos hidrogenados [7].

En el presente trabajo se estudió el efecto de la concentración de hierro (Fe) en la hidrogenación de $CO_2$ como base de la síntesis de Fischer-Tropsch en materiales binarios de Fe y $Al_2O_3$, y su desarrollo para la síntesis de los mismos (simples y binarios), su caracterización y finalmente la evaluación catalítica en la reacción de hidrogenación de $CO_2$.

## OBJETIVO GENERAL

Síntesis, caracterización y evaluación catalítica de óxidos mixtos de $Fe_2O_3$-$Al_2O_3$ en reacciones de hidrogenación de $CO_2$ como base del proceso Fischer-Tropsch.

### Objetivos específicos

1. Sintetizar óxidos mixtos de $Fe_2O_3$-$Al_2O_3$ al 5%, 10% y 20% de Fe en peso.

2. Determinar las propiedades texturales, estructurales, morfológicas y electrónicas de los soportes mixtos, mediante el uso de técnicas de caracterización, tales como DRX, Fisisorción de $N_2$ y SEM.

3. Evaluar los materiales de óxidos mixtos en la reacción de hidrogenación de $CO_2$ en un reactor de flujo continuo descendente de cama empacada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la síntesis de los catalizadores utilizados en este trabajo se empleó el método sol-gel, haciendo uso del surfactante Pluronic P123 y de los precursores isobutóxido de aluminio y nitrato de hierro nonahidratado. El Pluronic P123 se disolvió en isopropanol durante 15 min a 60 °C y posteriormente se adicionó el precursor de aluminio y la solución de hierro (isopropanol y nitrato de hierro) previamente preparada para cada uno de los óxidos mixtos, agitándose durante 15 min, a la misma temperatura. Seguidamente se agregó gota a gota, una solución de hidrólisis (agua desionizada y ácido nítrico) y transcurrido el goteo, se mantuvo la nueva solución durante 3 h 15 min a una temperatura de 60 °C con agitación vigorosa. El sol-gel obtenido se dejó en reposo por un lapso de 24 h a temperatura ambiente y a continuación, se secó a una temperatura de 75 °C por 40 h. Seguidamente, se realizaron cuatro lavados que consisten en agregar el xerogel obtenido con 15 mL de 2-butanol a un matraz Erlenmeyer aplicando agitación durante 15 min. Luego, se decantó el recipiente y el xerogel se depositó en un cristalizador, dejando que el alcohol se volatilizará por un periodo de 3 h a temperatura ambiente. Por último, el material se calcinó en una mufla con una rampa de calentamiento de 1 °C/min hasta alcanzar 500 °C, durante 4 h. posteriormente los materiales se caracterizaron por las técnicas de DRX, SEM y Fisisorción de $N_2$.

La reacción de hidrogenación se llevó a cabo en un reactor de flujo continuo descendente donde se emplearon los materiales mixtos y se empaquetó con una mezcla del catalizador y carburo de silicio (SiC), sobre un lecho de fibra de vidrio con SiC.

La activación del catalizador se llevó a cabo in situ en el reactor antes mencionado aplicándole tratamiento térmico a una temperatura de 400 °C acompañado de un flujo de 60 mL/min de $H_2$ durante 2 h. Los catalizadores fueron evaluados en la reacción de hidrogenación de $CO_2$ y el análisis de los

productos de reacción se realizó por medio de cromatografía de gases, utilizando un cromatógrafo Agilent Technologies modelo 7890A GC System que cuenta con dos detectores TCD-FID y un programa especial de cómputo para el análisis de muestras de gases de refinería.

Las condiciones de operación fueron: alimentación de $H_2/CO_2$=3, con presión de 2 MPa, con un rango de temperatura de 280 °C a 340 °C. La primera rampa (280 °C) se mantuvo por un tiempo de 320 min con muestreos cada 40 min aproximadamente. Las rampas siguientes (300, 320 y 340 °C) consisten en ascensos de temperatura de 0.5 °C/min hasta completar 20 °C, permaneciendo así por un tiempo de 240 min cada una y tiempos de muestreos similares a los primeros. El desempeño de los catalizadores fue evaluado, en primera instancia, determinando las curvas de conversión de $CO_2$ y selectividad hacia los diferentes productos obtenidos a distintas temperaturas.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 1 Caracterización de los materiales

### 1.1 Difracción de Rayos X (DRX)

Los materiales de esta serie, denominada AlFe (Figura 1), presentan señales de baja intensidad que indican poca cristalinidad, atribuida a la fase amorfa de la gamma alúmina y de acuerdo a algunos autores, la formación de $\alpha$-alúmina se presenta en muestras con tratamientos térmicos superiores a los 1,000 °C [8,9,10], por lo tanto, se descarta la presencia de esta fase considerando la metodología aplicada a las muestras. Al observar el difractograma del óxido puro ($Al_2O_3$) se puede distinguir que entre $2\theta \approx 60°$-$70°$ existe una señal de mayor intensidad que hace referencia al pico característico de este óxido (JCPDS 37-1462) y que entre 30° y 60° se localizan otras señales débiles, comportamiento similar al reportado por Kiyohara [11]. El óxido binario con 5% de hierro (AlFe5) presenta un comportamiento similar al anterior pero debido a

su condición de mixto, se aprecia como disminuyen las señales en el intervalo antes señalado, mientras tanto, AlFe10 al contener una mayor cantidad de hierro, las señales se vuelven menos intensas y, por último, con el material binario con menos concentración de alúmina se comprueba que a mayor cantidad de hierro, el orden de corto alcance aumenta. También podría atribuirse la existencia o formación de otros compuestos entre el Al y el Fe, como son el $Al_{13}Fe_4$, $Al_5Fe_2$, $AlFeO_3$ entre otros, pero que no se observan debido a las limitaciones de esta técnica [12].

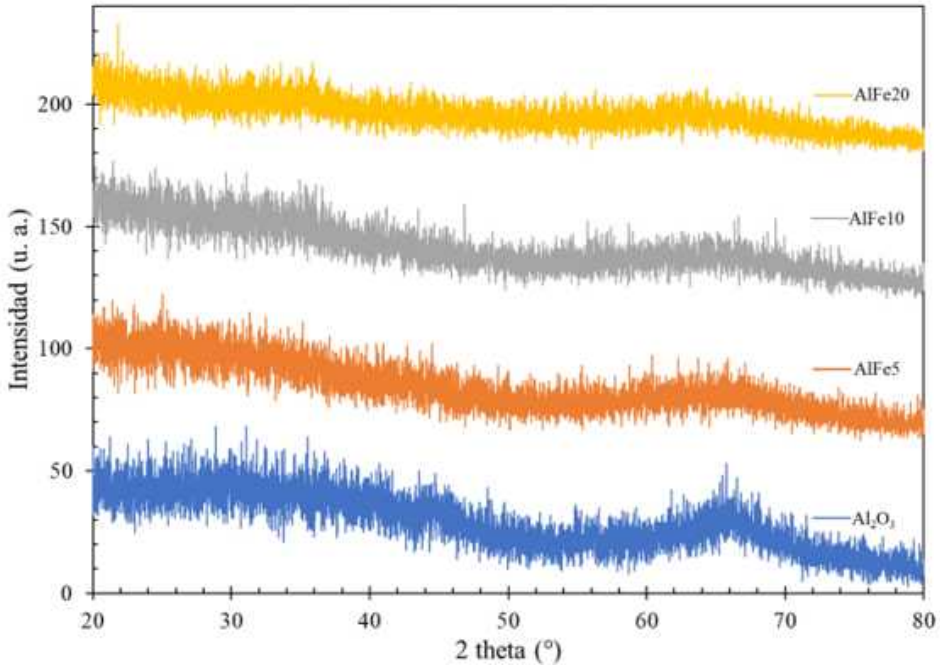



Figura 1. Patrones de difracción de la serie de catalizadores AlFe

1.2 Fisisorción de $N_2$

A continuación, se muestra la serie de isotermas de los materiales $Al_2O_3$, AlFe5, AlFe10 y AlFe20 (Figura 2). La serie presenta isotermas tipo IV características de materiales mesoporosos, donde se reconocen 3 regiones definidas, la adsorción de la monocapa y formación de la multicapa, la condensación capilar y la adsorción multicapa en la superficie externa; con claros lazos de histéresis. El tipo de histéresis es de tipo H1 de acuerdo a la clasificación de la IUPAC [13], que confirma la mesoporocidad de estos sólidos. La isoterma AlFe10 es la que

presenta mayor tamaño de poro de 60% por encima del óxido puro de acuerdo a los resultados de Fisisorción de $N_2$ (tabla 1). La mayor adsorción de $N_2$ se exhibe en $P/P_0$= 0.45-0.7. Se puede observar que el área superficial y el volumen de poros de las muestras disminuyen en comparación con la $Al_2O_3$ pura debido a la adición de las partículas de hierro sobre la superficie del soporte alúmina.

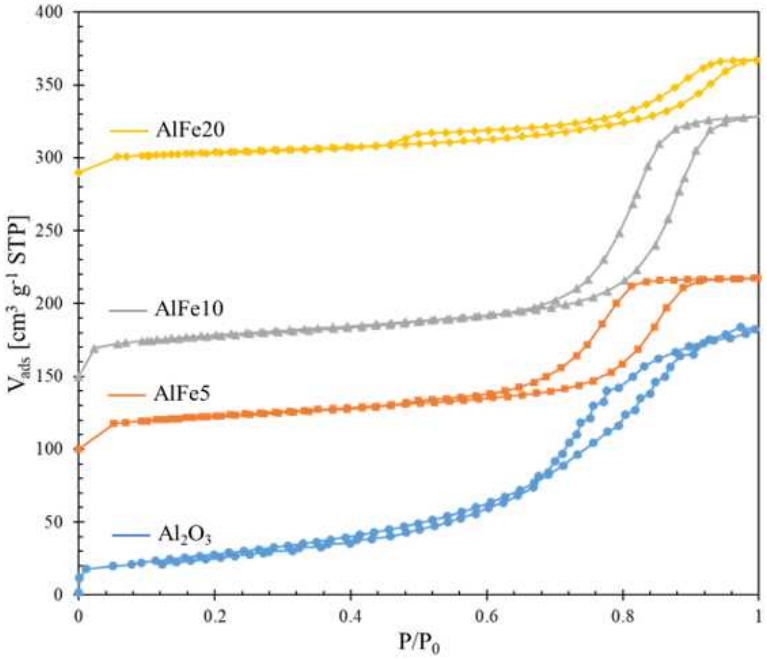



Figura 2. Isotermas de adsorción-desorción de $N_2$ de la serie AlFe

| Muestra | $S_{BET}$($m^2$ $g^{-1}$) | $V_p$ ($cm^3$ $g^{-1}$) | $T_p$ (nm) |
|---|---|---|---|
| $Al_2O_3$ | 319 | 0.728 | 10.6 |
| AlFe5 | 78 | 0.181 | 14.2 |
| AlFe10 | 95 | 0.010 | 16.3 |
| AlFe20 | 47 | 0.117 | 19.7 |

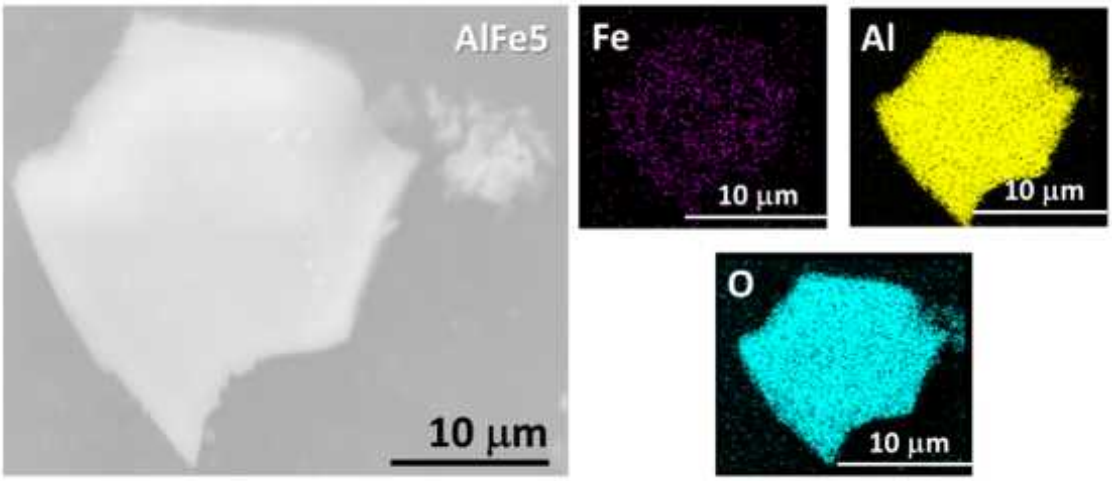
Tabla 1. Resultados de Fisisorción de $N_2$ de la serie de materiales AlFe

## 1.3 Microoscopía Electrónica de Barrido (SEM)

En este apartado se presentan las micrografías SEM de los óxidos mixtos correspondientes a la serie AlFe. La Figura 3 presenta las micrografías obtenidas, del material denominado AlFe5, se puede observar una morfología general no porosa homogénea en una partícula de aproximadamente 400 $\mu m^2$,

al realizar el análisis químico cualitativo se puede observar que el O y el Al se encuentran en cantidades mucho mayores que el Fe lo cual confirma la composición química. Con respecto al óxido mixto AlFe10 en la que también se logran apreciar las imágenes de distribución del Fe, O y Al, se observa que el Fe se encuentra en menor abundancia, que se confirma con su espectro, en comparación con el O y el Al, formando islas que se exhiben muy dispersas en toda la partícula con algunos sitios que pueden tener ausencia de este metal.

El material mixto AlFe10 en su partícula aprecia una superficie lisa con una morfología irregular que pudiese compararse con la forma de un caracol y, por último, el óxido binario con 20% de contenido en hierro comparado con las imágenes de distribución de los materiales AlFe5 y AlFe10 y se puede apreciar una dispersión más homogénea de la que se puede pensar que existen pocos sitios sin Fe. El Al y el O continúan presentando mayor abundancia en toda la partícula que no exhibe porosidad acompañada de algunas pequeñas protuberancias en su superficie. Las tres muestras de esta serie presentaron diferentes formas y su dispersión y composición química están acordes a lo esperado para cada uno de los óxidos binarios principalmente con la presencia de hierro.



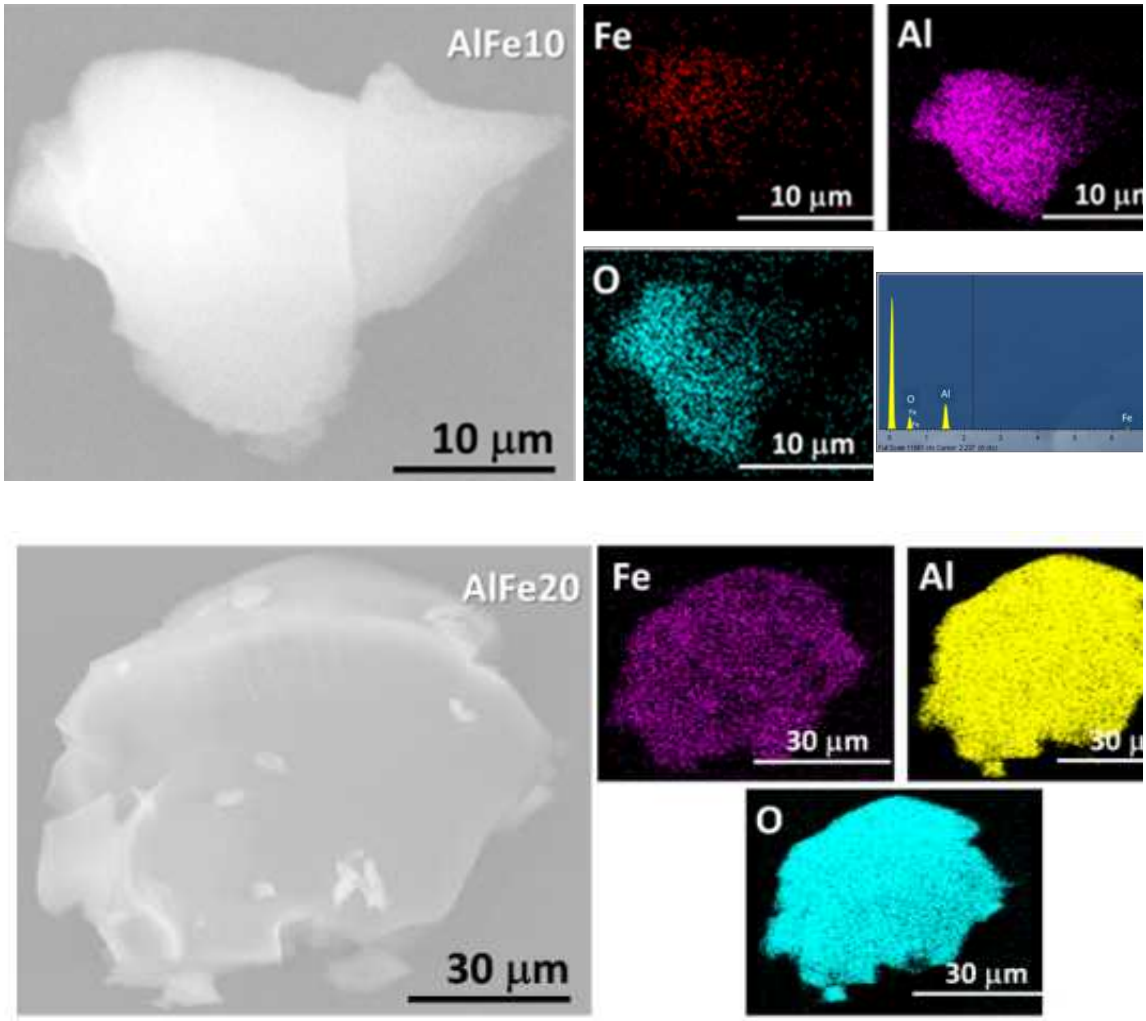



Figura 3. Micrografías SEM de la serie AlFe con su respectivo análisis químico

1.4 Evaluación catalítica

De los materiales evaluados en la reacción de hidrogenación de $CO_2$ bajo las condiciones mencionadas en el apartado 3 de este trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados; en la Figura 4 se puede apreciar una mayor conversión a metanol, además de etileno y otros productos de cadenas de más de dos carbonos. La mayor conversión a productos $C_{2+}$ la obtuvo el material AlFe5 además de metanol y etileno probablemente a que una alta dispersión da como resultado un tamaño de partícula más pequeña de hierro, lo que posiblemente

contribuyó a la formación de partículas de carburo de hierro más pequeñas que exhiben mayor actividad [14], y se puede observar que el óxido puro y el material AlFe10 tienden a disminuir el porcentaje de metanol conforme aumenta la temperatura de reacción, caso contrario a los materiales AlFe5 y AlFe20. También se puede observar, que los materiales que incluyen hierro tienen una mayor conversión a $C_{2+}$ con un mínimo de 1.1% y un máximo de 3.3%, a diferencia de la alúmina que presenta 1% de conversión a este tipo de productos.

a)

| $Al_2O_3$ | 280 | 300 | 320 | 340 |
|---|---|---|---|---|
| Metanol | 96.8 | 90 | 86.1 | 86.4 |
| Etileno | 0.4 | 1.9 | 2.8 | 2.7 |
| CO | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| Metano | 1.7 | 7.1 | 9.8 | 9.9 |
| $C_{2+}$ | 0.1 | 0.6 | 1.0 | 0.9 |

b)

| AlFe5 | 280 | 300 | 320 | 340 |
|---|---|---|---|---|
| Metanol | 74.4 | 76.4 | 76.0 | 77.8 |
| Etileno | 6.8 | 6.2 | 6.4 | 5.8 |
| CO | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Metano | 15.3 | 14.3 | 14.5 | 13.8 |
| $C_{2+}$ | 3.3 | 3.0 | 3.1 | 2.6 |

c)

| AlFe10 | 280 | 300 | 320 | 340 |
|---|---|---|---|---|
| Metanol | 88.2 | 84.7 | 82.2 | 81.8 |
| Etileno | 2.4 | 3.3 | 4.1 | 4.2 |
| CO | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| Metano | 7.7 | 10.5 | 12.1 | 12.3 |
| $C_{2+}$ | 1.1 | 1.2 | 1.5 | 1.5 |

d)

| AlFe20 | 280 | 300 | 320 | 340 |
|---|---|---|---|---|
| Metanol | 76.8 | 81.1 | 82.4 | 82.7 |
| Etileno | 5.7 | 4.4 | 4.0 | 3.9 |
| CO | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| Metano | 14.7 | 12.7 | 12.0 | 11.9 |
| $C_{2+}$ | 2.5 | 1.6 | 1.5 | 1.4 |

Figura 4. Porcentajes de conversión de $CO_2$ de diferentes productos: a) $Al_2O_3$, b) AlFe5, c) AlFe10 y d) AlFe20

## CONCLUSIONES

El material sintetizado AlFe en sus diferentes composiciones porcentuales mostró formación de cristales de corto alcance y de acuerdo a las características de los difractogramas, se pudo corroborar que corresponde a la

fase *gamma* de la alúmina. Todos los materiales mostraron las mismas composiciones químicas variando conforme al porcentaje de precursor utilizado para su síntesis. Acorde a los datos proporcionados en la Fisisorción de $N_2$, los óxidos mixtos y puro, son mesoporosos con tamaños de poro aproximadamente entre 10 y 20 nm. Y de acuerdo a los resultados de la evaluación catalítica, se observó que los óxidos binarios, en este caso con hierro y alúmina, dan mejores rendimientos que el óxido puro (g-$Al_2O_3$), que un inicio presentaba una mayor conversión a metanol y que fue descendiendo conforme transcurría la reacción de hidrogenación de $CO_2$, además que es el material que también presenta mayor conversión de CO, sin embargo, no sucede los mismo, con los demás productos obtenidos. El óxido mixto con 5% de hierro en peso obtuvo mayores conversiones a productos $C_{2+}$, etileno y $CH_4$ esto posiblemente a: (1) a la contribución de pequeñas partículas de carburo de hierro que exhiben mayor actividad, (2) mejor acidez superficial del material lo cual incrementa la adsorción del $CO_2$ y (3) disminución de la cantidad débilmente adsorbido de $H_2$ [15].

## REFERENCIAS

[1] Xu, X.D., Moulijn, J.A. ***Energy fuels***, 1996, 10, 305-325.

[2] Yang, H., Xu, Z., Fan, M., Gupta, R., Slimane, B., Bland, A.E., Wright, I. ***J. Environ. Sci.,*** 2008, 20, 14-27.

[3] Hunt, A.J., Sin, E.H.K., Marriott, R., Clarck, J.H., ***Chem. Sus. Chem***, 2010, 3, 306-322.

[4] Song, C.S., ***Catal. Today***, 2006, 115, 2-32.

[5] Centi, G., Perathoner, S., ***Stud. Surf. Sci. Catal***., 2004, 153, 1-8.

[6] Wang, W., Wang, S., Ma, X., Gong, J., ***Chem. Soc. Rev***., 2011, 40, 3703–3727.

[7] Erdöhelyi, A. P., ***Journal of Catalysis***, 1986, 98, 166-177.

[8] López-Delgado, A. F., ***J Sol-Gel Sci Techmol***, 2012, 162-169.

[9] Meor Yusoff, M. M.,***The malasyan journal of analytical science***, 2007, 262-268.

[10] Bell, N. C., ***Journal of American Ceramic Society***, 1998, 1411-1420.

[11] Kiyohara, P., Souza, H., Vieira, A., Souza, P., ***An. Acad. Bras. Ci***., (2000) 72 (4)

[12] Al-Daous, M.A., Manda, A.A., Hattori, H., ***Journal of Molecular Catalysis A: Chemical***,
363-364, 2012, 512-520

[13] Thommes, M. K., **Pure Appl. Chem**., 2015, 1-19.

[14] Ding,F, Zhang, A., Liu, M., Zuo, Y., Li, K., Guo, X., Song, C. **Ind. Eng. Chem. Res**., 2014, 53 (45), 17563–17569

[15] Satthawong, R., Koizumi, N., Song, C., Prasassarakich, P., ***Catal. Today***., 2015, 251, 34-40.

# AISLAMIENTO DE MONILIOPHTHORA RORERI (CIF Y PAR) EVANS ET AL. EN FRUTOS DE CACAO DEL ESTADO DE TABASCO

*Dra. Nelly Cristina Aguilar Sánchez,*
*Dra. Blondy Canto Canché,*
*M.C. Alberto Mayo Mosqueda*
*Dr. David Salvador García Zaleta*

**RESUMEN**

*Moniliophthora roreri* es un patógeno del cacao (*Theobroma cacao* L.) que causa elevadas pérdidas económicas en el estado de Tabasco al causar la enfermedad conocida como "moniliasis". En el presente trabajo, se propuso como principal objetivo desarrollar un protocolo con modificaciones para el aislamiento del patógeno a partir de frutos de cacao colectados en la región de la Chontalpa del estado de Tabasco que mostraban síntomas y signos de moniliasis. Los frutos se colectaron en una plantación perteneciente a un huerto familiar cerca del municipio de Jalpa de Méndez (Tabasco). Mediante cámaras húmedas improvisadas, se logró inducir la esporulación en la superficie de las lesiones seleccionadas. Los aislamientos se realizaron directamente a partir de conidios localizados en la superficie de frutos con aspecto pulverulento y color pardo. Se presentan los procedimientos para el aislamiento y se sugieren posibles aplicaciones.

Palabras clave: Tabasco, basidiomicetes, hongos, moniliasis, *Theobroma cacao* L.

## INTRODUCCIÓN

En México el cacao es un cultivo tropical que se desarrolla en una superficie de 61 612 ha de las cuales 20 347 ha se localizan en el estado de Chiapas, 40 782 ha en Tabasco y 238 ha en Guerrero (SIAP, 2014). Tabasco, es el principal estado productor de cacao y concentra el 70 % de la producción nacional (Torres de la

Cruz et al., 2015). En esta entidad el cacao se cultiva en diez municipios y 29 505 familias dependen económicamente de este cultivo (OEIDRUS, 2009).

El hongo *Moniliophthora roreri* es el agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Torres de la Cruz et al., 2013). Actualmente *M. roreri* es la principal limitante parasítica del cultivo del cacao en México, con pérdidas que superan el 75% de la producción anual (Torres de la Cruz et al., 2015) y hasta 100% en plantaciones sin manejo. Es un hongo hemibiótrofo que provoca pudrición de los frutos en cualquier estado de desarrollo. La fase biotrófica, tiene lugar desde la germinación de los conidios hasta la invasión intercelular de la epidermis de las mazorcas y la fase necrótica transcurre cuando el crecimiento de la mazorca disminuye, el hongo invade las células y provoca necrosis interna y externa (Evans *et al*., 1978; Thévenin & Trocmé, 1996).

Para el aislamiento de *M. roreri*, se han utilizado fragmentos de frutos que presentan sintomatología característica de la enfermedad. Sin embargo, existen otros patógenos participando en el desarrollo de infecciones mixtas que al momento de realizar el aislamiento limitan la eficiencia del mismo (Carrera-Sánchez *et al*., 2014).

En base a lo anterior y con la finalidad de disponer de una colección de aislados de *M. roreri* que nos permita posteriormente realizar estudios diversos que permitan desarrollar estrategias para el control de este patógeno, interacción planta-patógeno, trabajar en el mejoramiento genético de las variedades presentes en el estado de Tabasco, búsqueda de cultivares resistentes así como llevar a cabo estudios sobre susceptibilidad a materiales con actividad fungicida, se trabajó en el desarrolló de un protocolo que permita realizar los correspondientes aislados monospóricos del hongo causal de la moniliasis del cacao según las condiciones agroecológicas del estado de Tabasco.

## OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un protocolo para la obtención de aislados monósporicos de *Moniliophthora roreri* a partir de frutos de cacao.

- Objetivos Específicos

Obtener frutos de cacao con síntomatología de moniliasis para el aislamiento del agente causal de dicha enfermedad.

Identificar morfológicamente al hongo *M. roreri* mediante la observación de sus características macroscópicas y microscópicas.

Obtener los aislados monospóricos y crioconservarlos en ultracongelación a -86°C.

La meta de este trabajo es el establecimiento de un protocolo ajustado a los requerimientos específicos de crecimiento y desarrollo que presenten las cepas aisladas del hongo *Moniliophthora roreri*, las cuales pueden variar dependiendo de las condiciones agroecológicas en las que se desarrolla naturalmente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección del material vegetal

El material vegetal fue recolectado en el mes de Junio del 2017, en la zona rural de la comunidad de Chacalapa perteneciente al municipio de Jalpa de Méndez, Tabasco ubicado entre las coordenadas geográficas 18° 25' latitud norte y entre 18° 04' longitud oeste.

Se recolectaron mazorcas con síntomas de moniliasis en grado 3 (presencia de mancha chocolate), grado 4 (presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda) y grado 5 (presencia de micelio que cubre hasta más de la cuarta parte de la mancha chocolate) acorde con los grados de la escala de evaluación confeccionada por Sánchez *et al*. (1987). Una vez colectadas se obtuvieron segmentos de cacao con parte enferma mediante la utilización de un cuchillo y un bisturí.

**Aislamiento y purificación**

Los segmentos fueron lavados en agua corriente durante 15 minutos. Se dividieron en dos partes, la mitad de ellos serían sometidos a una serie de lavados con agua estéril y alcohol. La otra mitad fueron colocados en las cámaras húmedas sin realizarse la serie de lavados mencionada.

Para los lavados, se tomaron los fragmentos de tejido y se colocaron en un matraz erlenmeyer de 100 ml de capacidad con 80 ml de agua desionizada estéril. Se agitaron vigorosamente durante 5 minutos y se decantó el agua.

Este paso se repitió tres veces sucesivas cambiando el agua en cada caso. Posteriormente se desinfectaron los fragmentos de tejido con alcohol al 70% durante 2 minutos. Luego se lavaron nuevamente los fragmentos de tejido con agua desionizada estéril durante dos minutos. Al final los fragmentos de tejido fueron colocados en cámaras húmedas, las cuales fueron colocadas en incubadora a 25°C durante 5 días y revisadas diariamente hasta que apareciera crecimiento fúngico en las muestras.

Para la siembra, se elaboró medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA por sus siglas en inglés). Antes de ser vertido en placa, fue añadido Sulfato de Estreptomicina a razón de 0.5 g l-1 de ingrediente activo.

El siguiente paso fue identificar la presencia de crecimiento fúngico en los segmentos de fruto por medio de observaciones bajo el microscopio estereoscopio. Con ayuda de una aguja entomológica, se aislaron conidios fueron colocados en las cajas Petri con medio de cultivo PDA para establecer los cultivos monospóricos. Una vez terminado se incubaron las cajas Petri a 25°C durante 5-7 días de incubación. Después de este tiempo se observó la presencia de una colonia libre de contaminantes microbianos de cada aislamiento, y se procedió a transferir a un nuevo medio.

**Identificación y conservación**

Una vez establecidos los microcultivos se procedió a la caracterización morfológica de las estructuras fúngicas para identificar la presencia del

patógeno y nuevamente se procedió a purificar por transferencia a un nuevo medio de cultivo para la obtención de los cultivos puros.

**Caracterización morfológica**

Las principales características morfológicas de *M. roreri* son: hifas hialinas de paredes delgadas, septadas, después se tornan color café, micelio vegetativo que posee tabiques con doliporos. Los conidios son fácilmente removibles, de pared gruesa, color amarillo pálido cuando están inmaduros o café oscuro en su madurez, pueden ser de forma globosa o elíptica, se forman basípetamente en cadenas simples o ramificadas cada una con 4-10 conidios envueltos en la pared celular original (Evans *et al*., 1978; Thévenin & Trocmé, 1996).

**Crioconservación**

Los fragmentos de micelios de las colonias puras fueron colocados en tubos de 2 ml en Medio Papa Dextrosa (PDB por sus siglas en inglés) y glicerol. Estos tubos fueron resguardados a -86°C en ultracongelación para su conservación.

**RESULTADOS**

Los fragmentos de los frutos con síntomas de moniliasis que fueron sometidos a la serie de lavados, no presentaron un crecimiento miceliar. Los segmentos que no fueron sometidos a la serie de lavados, si presentaron un crecimiento miceliar, el cual pudo ser observado a los tres días posteriores a su incubación. Para el caso del crecimiento del hongo en el medio PDA, este fue observado a los cuatro días posteriores de haberse incubado a 25°C. Las características morfológicas y de crecimiento entre los aislados de *Moniliophthora roreri* obtenidos de los frutos enfermos de cacao mostraron cierta variabilidad, presentándose características macroscópicas en algunos aislados con aspecto pulverulento en colores blanco y beige en los primeros 2 días posteriores al desarrollo de las colonias, a partir del tercer y cuarto día las colonias de los aislados se tornaban de un marrón muy oscuro a negro (Figura 1). En las

características microscópicas pudimos observar hifas hialinas septadas y una elevada cantidad de conidios catenulados ovoides o redondos en color café oscuro (Figura 2).

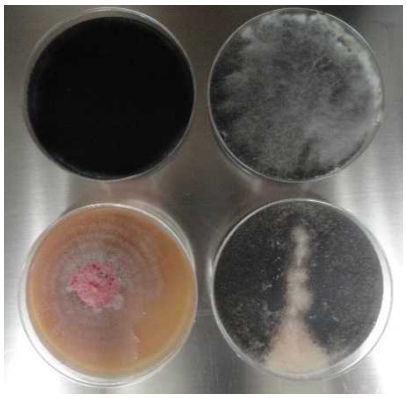


Figura 1. Vista macroscópica de los diferentes aislados obtenidos de *Moniliophthora roreri* a partir de frutos infectados de cacao.

Figura 2. Observación al microscopio de un aislado del hongo *Moniliphthora roreri* (100X) observado en un microscopio Zeiss. A la derecha se puede observar los conidios (esporas) en fase de maduración observadas a 100X en un microscopio Labomed.

## DISCUSIÓN

El tratamiento que demostró mejores resultados en cuanto a crecimiento miceliar fueron los fragmentos de fruto sin lavados. Probablemente dada la amplia diversidad genética del patógeno, los aislados presentes en el estado de Tabasco sean más suceptibles a estos tratamientos a diferencia de los aislados

de otros países como Ecuador. Debido a lo anterior descartamos para nuestro protocolo los lavados con agua y alcohol, a diferencia de lo reportado por Carrera-Sánchez *et al*., 2014, quienes si obtuvieron crecimiento miceliar en frutos lavados con agua y alcohol 70%.

Respecto a la variabilidad observada en las características macroscópicas observadas en los diferentes aislados obtenidos de *Moniliphthora roreri* del estado de Tabasco lo que concuerda con los hallazgos de Grisales y Afanador, 2007 quienes reportan una alta variabilidad genética de la especie lo cual se refleja en la diversidad de características de los aislados obtenidos.

## CONCLUSIONES

El desarrollo y adaptación de un protocolo para el aislamiento del hongo *Moniliophthora roreri* permitirá en un futuro:

1. Apoyar programas de mejoramiento genético y selección en la búsqueda de cultivares de cacao resistentes o tolerantes a *M. roreri*.

2. Apoyar actividades prácticas con fines docentes en particular a la asignatura de Microbiología.

3. Determinar la susceptibilidad *in vitro* de las cepas frente a fungicidas (químicos, biológicos o nanomateriales).

## REFERENCIAS

Carrera-Sánchez, K., Mosquera Paredes, L., & Leiva-Mora, M. (2014). Protocolo para el aislamiento de *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al*. en frutos de cacao cv. `Nacional' de la Amazonía ecuatoriana. *Biotecnología Vegetal, 14*(3), pp. 147-150.

Evans, H., Stalpers, J., Samson, R. & Benny, G. (1978). On the taxonomy of *Monilia roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. *Canadian Journal of Botany*, 56(20), pp.2528-2532.

Grisales-Ortega, S., & Afanador-Kafuri, L. (2007). Análisis de variabilidad genética en Moniliophthora roreri con AP-PCR y RAPD en Antioquia, Colombia. *Colombiana de Biotecnología*, *9*(2), pp. 15-32.

OEIDRUS, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco (2009) Gobierno del Estado de Tabasco.

Sánchez JA., Brenes O., Phillips W., & Enríquez G. (1987). Metodología para la inoculación de mazorcas de cacao con el hongo *Moniliophthora* (Monilia) *roreri* Cocoa Producers' Alliance, Santo Domingo. *Proceedings of the Tenth International Cocoa Research Conference*, pp. 467–72.

Thévenin JM., & Trocmé O. (1996) La moniliasis del cacao. *Plantations, recherche, développement* 3(6), pp. 403-406

Torres-de la Cruz, M., Ortiz-García, C., Téliz-Ortiz, D., Mora-Aguilera, A., & Nava-Díaz, C. (2013). Efecto del Azoxystrobin Sobre Moniliophthora *roreri*, Agente Causal de la Moniliasis del Cacao (*Theobroma cacao*). *Revista Mexicana de Fitopatología,* pp. 65-69.

Torres-De la Cruz, M., Ortiz-García, C., Bautista-Muñoz, C., Ramírez-Pool, J., Ávalos-Contreras, N., Cappello-García, S. & De la Cruz-Pérez, A. (2015). Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *86*(4), pp.947-961.

# SINTESIS, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACION DE $WOx/ZrO_2$ PARA LA OXIDACIÓN DE COMPUESTOS AZUFRADOS

*MC. Ma. Cecilia Ortiz Domínguez (1)*
*Dr. Enelio Torres García (2)*
*Dr. José Gpe. Pacheco Sosa (3)*
*Dra. Dora Ma. Frías Márquez (4)*
*MC. Mario Alberto Guzmán Cruz (1)*

**RESUMEN**

Las restricciones ambientales en cuanto al contenido de azufre en los combustibles ha motivado el desarrollo de nuevos métodos alternos para la desulfuración profunda. Dentro de los procesos alternos para la reducción de compuestos azufrados es el proceso Oxidación-Extracción (O/E) el cual lleva a cabo la transformación de compuestos de sulfuro en sus respectivos compuestos oxidados como son sulfóxidos o sulfonas y su extracción con solventes polares. Para el estudio de la eliminación de compuestos azufrados se prepararón materiales catalíticos de $WO_x$ soportado en $ZrO_2$ con diferentes contenidos en %peso W para ser evaluados en la oxidación selectiva del Dibensotiofeno (DBT). Los materiales fueron caracterizados por DRX y EspectroscopÍa Raman. Los patrones de DRX fueron empleados para el análisis cualitativo de fases, antes y después de reacción mostrando bandas características de la fase tetragonal del $ZrO_2$ y de $WO_3$. Los espectros Raman muestran la presencia de cristales de $WO_3$ en coordinación octaédrica, fases que se requieren para que se lleve a cabo la formación de un intermediario peroxometalato de tungsteno en la superficie, esto sugiere que las reacciones entre el $O_2$ absorbido y el sistema $H_2O/OH^-$, asistido por una transferencia de

carga parcial de la superficie del $WO_x$, puede formar $HO_2^-$ que es un agente oxidante muy fuerte corroborando que el sistema favorece la oxidación del DBT hacia las sulfonas, siendo este el objetivo del presente trabajo.

## INTRODUCCIÓN

Las restricciones ambientales en cuanto al contenido de azufre en los combustibles ha motivado el desarrollo de nuevos métodos alternos para la desulfuración profunda. El proceso industrial más usado es el de hidrotratamiento (HDT), en el que se trata el combustible a presiones y temperaturas altas con ayuda de hidrógeno y en presencia de un catalizador. Al proceso usado específicamente para la eliminación de azufre se le denomina hidrodesulfurización (HDS) [1].

La desulfuración oxidativa (ODS) se considera como una alternativa de post-tratamiento de la HDS para una eliminación profunda de compuestos azufrados, se realiza prácticamente a temperatura ambiente, presión atmosférica y no consume hidrógeno, tiene considerables ventajas económicas y técnicas sobre los procesos de HDT. La ODS se lleva acabo para reducir la concentración de azufre en Diesel mediante la oxidación, parcial o total de compuestos organoazufrados en mezclas modelo, utilizando un agente oxidante como lo es $H_2O_2$ y un sistema catalítico [1]. Se han realizado diversos estudios en ODS con materiales que presentan buenas propiedades oxidativas, entre los que se encuentran los ácidos sólidos basados en oxoaniones soportados en óxido de circonio. Las propiedades físicas del $ZrO_2$ son fuertemente dependientes de la estructura cristalina, este tiene diferentes transformaciones estructurales las cuales provocan cambios importantes de volumen.

Por esta razón se realizan estudios de la interacción de los óxidos de metales de transición como es el caso del $WOx/ZrO_2$, en donde las oxoespecies de W al interactuar con la superficie del $ZrO_2$ incrementan el valor del área superficial

favoreciendo la forma tetragonal del $ZrO_2$, considerando también que poseen alta estabilidad térmica se busca dispersar óxidos en la superficie de otros óxidos para obtener mejor actividad catalítica en la ODS [2].

En nuevos estudios realizados durante la oxidación de compuestos azufrados, se concluye que los procesos de oxidación con catalizadores sólidos como el $WO_x/ZrO_2$, ocurren vía formación de un intermediario peroxometal en la superficie, esto sugiere que las reacciones entre el $O_2$ absorbido y el sistema $H_2O/OH^-$, asistido por una transferencia de carga parcial de la superficie del $WO_x$, puede formar $HO_2^-$ que es un agente oxidante muy fuerte.

**OBJETIVO GENERAL**

Síntesis y caracterización de materiales catalíticos a base de $WO_x/ZrO_2$ para la oxidación de DBT con $H_2O_2$.

Objetivos Específicos

- Sintetizar los sistemas $WO_x/ZrO_2$ a partir de una mezcla en solución de precursores de tungsteno y circonio.
- Determinar las propiedades del sistema $WO_x/ZrO_2$ a través de las diferentes técnicas de caracterización.
- Evaluar la actividad catalítica de los sólidos en la reacción de oxidación de una mezcla modelo (DBT + γ-Butirolactona).
-

**METAS**

Con el interés de cumplir los requerimientos del procesamiento de fracción intermedia del petróleo con alto contenido de compuestos azufrados, se considera la investigación y desarrollo de nuevos catalizadores con capacidad de reducir los compuestos organoazufrados altamente refractarios tales como los compuestos de dibenzotiofeno sustituidos (DBT) alquilados, los cuales son difíciles de eliminar, y así con esto obtener diesel de calidad ecológica.

## METODO EXPERIMENTAL

### Síntesis del Soporte $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$

El material $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$ se preparó por hidrólisis de una solución 0.5 M de oxicloruro de circonio octahidratado ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$) (Aldrich 98% peso con 0.5 % peso Hf) por adición controlada de hidróxido de amonio ($NH_4OH$ Baker, 28% peso) con agitación constante por 1 h hasta pH=10. El precipitado obtenido, un sólido blanco, se filtró y se lavó por redispersión para eliminar los iones cloruros con una solución de $NH_4OH$ a pH=10. La comprobación de la existencia de iones $Cl^-$ en las aguas de lavado se llevó a cabo con una solución de $AgNO_3$ de concentración al 10%. El sólido resultante se secó a 383 K por 18 h empleando una rampa de 10 K/min en el calentamiento, obteniéndo el soporte oxihidróxido de circonio $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$.

### Síntesis del Catalizador del Sistema $WOx/ZrO_2$

Se realizó la impregnación del soporte con diferentes concentraciones (entre 6 y 30% peso de W) con una solución acuosa, disolviendo la masa requerida de metatungstato de amonio (MTA) [$(NH_4)_6W_{12}O_{39} \cdot xH_2O$] (99.9% en peso) y se hidrolizó hasta pH=10 mediante la adición controlada de $NH_4OH$ (Baker al 28%) con agitación constante. Se añadió el soporte $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$ manteniendo la agitación constante hasta pH=10 por 1 h. Se evaporaron los excesos de agua calentando la solución. El sólido resultante se secó a 383 K por 18 h, obteniendo materiales impregnados que se calcinan a 1070 K por 3 h, empleando una rampa de calentamiento de 10 K/min. Los materiales obtenidos se caracterizarón por:

### Difracción de Rayos X (DRX)

Las muestras sólidas se caracterizaron por difracción de rayos X mediante el método para polvos (Difractómetro Siemens, modelo D500 con radiación de KαCu y filtro de Ni). El voltaje y la corriente de registro fueron 30 kV y 20 mA,

respectivamente. Los difractogramas se obtuvieron en el entorno angular de 5 a 70 en 2θ.

### Espectroscopía Raman

El equipo usado para análisis de Raman fue: un Espectrómetro Jobin Yvon Horiba (T64000), equipado con un microscopio confocal (Olympus, BX41) a temperatura ambiente. La línea de excitación de un láser de $Ar^+$ a 514.5 nm fue enfocada usando un aumento del objetivo de 10x y 50x. Lo cual equivale a un área de análisis sobre la muestra de 50 y 2 µm, respectivamente.

### Prueba de Reacción

La prueba de reacción se realizó en un reactor por lotes construido de vidrio Pyrex, se utilizan temperaturas de reacción relativamente bajas (menores a 373 K) y presiones cercanas a la atmosférica. El esquema del reactor y dispositivos adicionales se muestran en la Figura 8, se utiliza un baño recirculador que ofrece un control de la temperatura de ±0.1 K, para monitorear la temperatura se emplea un termómetro que cuenta con un sensor de resistencia de platino, y en el centro del reactor se coloca un agitador mecánico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Difracción de Rayos X

Los rayos X fueron empleados para el análisis cualitativo de fases, antes y después de reacción sobre muestras con 20 % en peso de tungsteno (Figura 1). Las muestras de $WO_x/ZrO_2$, presentan características típicas de un material amorfo, observándose bandas anchas en los entornos angulares de 18-40° y de 40-70° en 2θ. Esto puede deberse al pequeño tamaño de los cristalitos [3].

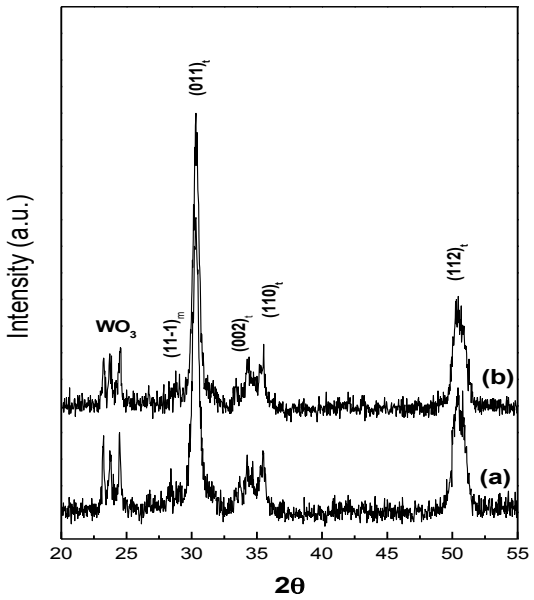



Figura 1. Difractogramas de muestras calcinadas a 1073 K durante 3 h en aire: a) Antes de reacción y b) Después de reacción.

Un aspecto común en los difractogramas de las muestras calcinadas a 1073 K fue la presencia predominante de la fase metaestable tetragonal y pequeñas proporciones de fase monoclínica característica del soporte $ZrO_2$. La presencia de reflexiones en la zona $2\theta<26°$ correspondientes al $WO_3$ cristalino en las muestras es una evidencia de re-cristalización local por aglomeración del $WO_3$ en la superficie del $ZrO_2$, con dimensiones superiores a 5 nm. Se debe resaltar que la fase correspondiente al $WO_3$ cristalino fue identificada como ortorrómbica con reflexiones características sobre 23.1°, 23.6° y 24.5° en 2θ [3,4]. Se detectó la fase ortorrómbica del $WO_3$ cristalino en las muestras donde la concentración de W rebasó el 15 % en peso Este comportamiento estructural induce importantes cambios superficiales en el sistema $WO_x/ZrO_2$, relacionado con propiedades ópticas, afinidad química, así como en su correspondiente actividad catalítica [5].

Los resultados demostrarón la influencia de las oxoespecies de $WO_x$ sobre el $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$ al ser éste último impregnado con solución de MTA. La presencia de especies $WO_x$ permite estabilizar la fase metaestable tetragonal de baja temperatura, aún después de la calcinación a 1073 K. Se ha establecido que el límite de estabilidad térmica del sistema $WO_x/ZrO_2$ es 1173 K, lo que le confiere atractivas propiedades catalíticas por su alta estabilidad térmica, además de sus propiedades ácido-base, debido al anclaje de las especies de $WO_x$ a través de la formación de nuevos enlaces Zr-O-W [6]. Se encontró que las especies de $WO_x$, al interactuar con la superficie del $ZrO_2$, inhiben la sinterización y estabilizan la fase metaestable tetragonal, catalíticamente activa, manteniendo un diámetro promedio de cristalito por debajo del tamaño crítico establecido para su transformación cristalina a la forma monoclínica, termodinámicamente estable [7]. Los resultados demostrarón que durante el proceso O/E, el catalizador no sufre cambios significativos en la estructura cristalina volumétrica, las reflexiones asociadas a las fases monoclínica del $ZrO_2$ $(11\text{-}1)_m$, $ZrO_2$ tetragonal $(011)_t$, $(002)_t$, $(110)_t$, $(112)_t$, $(020)_t$ y $WO_3$ cristalino ortorrómbico $(001)_o$, $(020)_o$ y $(200)_o$ fueron retenidas. Esto ciertamente indica que durante el proceso catalítico no existe modificación estructural masiva en el sistema $WOx/ZrO_2$ y sugiere que únicamente las modificaciones fundamentales podrían ser sobre las especies superficiales, WOx y $WO_3$ cristalino. Las limitaciones inherentes de una técnica macroscópica y promedio como los rayos X, no representa una herramienta adecuada para buscar la respuesta a posibles modificaciones superficiales locales. Para abordar esta problemática acudimos a la espectroscopía Raman.

**Espectroscopía Raman**

La Figura 1, muestra la evolución estructural tanto del soporte $ZrO_2$ como de las oxo-especies de WOx en función de la concentración de W, para materiales preparados por impregnación en el intervalo de concentraciones de 6 a 20% en peso de W. Se mostró el efecto de las oxo-especies de $WO_x$ sobre la superficie

del $ZrO_2$ y la evolución de la estructura molecular de las mismas en función de la concentración de tungsteno. A medida en que se incrementa la concentración nominal de tungsteno, las bandas asociadas al soporte $ZrO_2$ decrecen. Rebasada una concentración crítica (alrededor de 15 % en peso de W), se presentan estructuras cristalinas tridimensionales de $WO_3$ y/o conglomerados de poli-especies de WOx de baja dimensionalidad.

Las bandas presentes alrededor de 273, 717, 806cm$^{-1}$ se relacionan con $WO_3$ cristalino y son asignadas a modos simétricos de alargamiento de enlaces W-O, modos de desdoblamiento W-O y modos de deformación de enlaces W-O-W respectivamente [35, 43], adicionalmente pueden presentarse bandas Raman de baja intensidad para el $WO_3$ alrededor de 318-325 y 610 cm$^{-1}$. Mientras que las bandas situadas a 180, 195, 382, 473, 617 y 646 cm$^{-1}$ son asociadas a $ZrO_2$ [8, 5, 9, 10]. La presencia de bandas asociadas a $WO_3$ cristalino fundamentalmente las situadas a 267-271, 802-807 y 706-717 cm$^{-1}$ [11], se usarón como prueba de dos criterios: i) Cuando se ha rebasado los límites de capacidad de dispersión de la monocapa y/o ii) Debido a una baja dispersión de las especies de $WO_x$. Muchas de estas estructuras cristalinas tridimensionales se presentan por un exceso de (MTA) preconcebido o una baja interacción de las oxo-especies de W, con el soporte durante la síntesis, lo que provoca que durante la calcinación el (MTA) se descomponga y el tungsteno no estabilizado por interacción con la superficie del $ZrO_{2-x}(OH)_{2x}$, difunda y recristalice localmente para formar $WO_3$ cristalino como fase cristalina segregada.

La presencia de bandas asociadas con el soporte brinda información de las posibles fases presentes, del grado de dispersión de las especies $WO_x$ en la superficie y de la eficacia del recubrimiento del $ZrO_2$. El análisis de los espectros, muestra que para bajas concentraciones de W el soporte $ZrO_2$ está compuesto por una mezcla de fases tetragonal-monoclínica y que al incrementarse la concentración de W, disminuye la intensidad de las bandas

características del $ZrO_2$ y se estabiliza la fase metaestable tetragonal, caracterizada fundamentalmente por bandas sobre 325, 478 y 647 $cm^{-1}$ [12, 13].

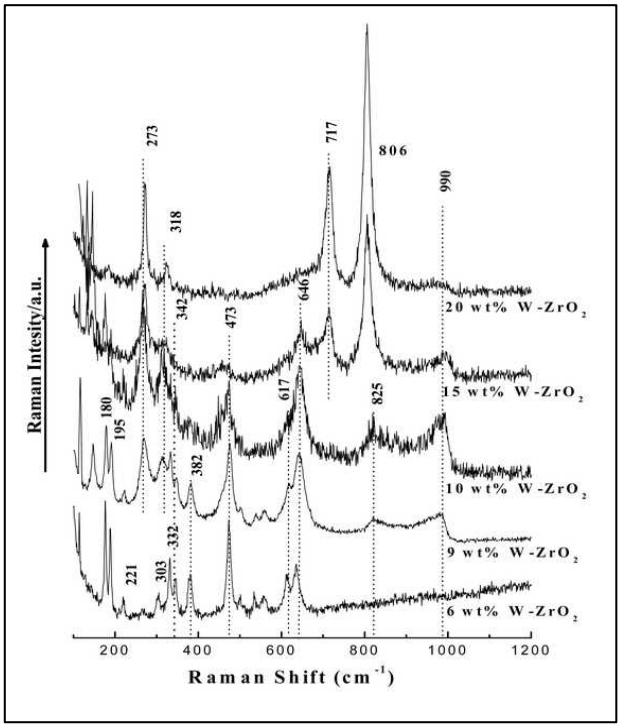



**Figura 2**. Espectros Raman de los catalizadores $WO_x/ZrO_2$ en función de la concentración de tungsteno. 3 h a 1073 K.

Los espectros Raman para las muestras de concentración menor a 15 % de W, no presentan las bandas características de 706-715 y 802-807 $cm^{-1}$ asignadas al $WO_3$ cristalino, en estos casos se observan bandas anchas con máximos sobre 825 y 990 $cm^{-1}$. La banda de 825 $cm^{-1}$ se asigna a modos de alargamiento de enlaces W-O [14], mientras que la banda situada 990 $cm^{-1}$ se asigna a modos de vibraciones de enlaces W=O terminales correspondientes a mono-oxoespecies de $WO_x$, politungstatos superficiales de baja dimensionalidad, altamente distorsionados y de coordinación octaédrica [15].

Las bandas Raman de estas especies han sido asignadas por comparación con oxo-especies de politungstatos, $[W_{12}O_{42}]^{12-}$ a 215 y 961-973 $cm^{-1}$ asignadas a modos de deformación de enlaces W-O-W y de alargamiento simétricos de enlaces cortos terminales de W=O [16]. Un conjunto de valoraciones pueden ser

establecidas a partir del estudio realizado por espectroscopía Raman: i) ésta es una técnica adecuada para determinar con mucha precisión la evolución estructural de las distintas oxo-especies superficiales de tungsteno sobre un soporte, en este caso $ZrO_2$; ii) es posible establecer de manera clara el grado de dispersión y que método de preparación es más eficaz para obtener una mayor dispersión superficial; iii) así como la marcada influencia de la concentración sobre las características estructurales y texturales finales del sistema y iv) establecer cuáles son los límites de capacidad de la monocapa.

### Evaluación Catalítica de $WO_x/ZrO_2$

De acuerdo con estudios previos sobre la influencia del contenido de tungsteno en el sistema $WOx/ZrO_2$, se ha determinado que las concentraciones superiores al 15 % en peso de W son las que presentan las mejores propiedades catalíticas en la reacción de oxidación de compuestos azufrados [17].Los resultados de la actividad catalítica del sistema $WO_x/ZrO_2$ con 20 % en peso de W para el proceso oxidación-extracción (O/E) de compuestos organoazufrados se muestran en la Figura 3. Estos resultados proporcionan información de la efectividad catalítica de este catalizador en el proceso de oxidación del dibenzotiofeno (DBT) a la sulfona ($DBTO_2$).

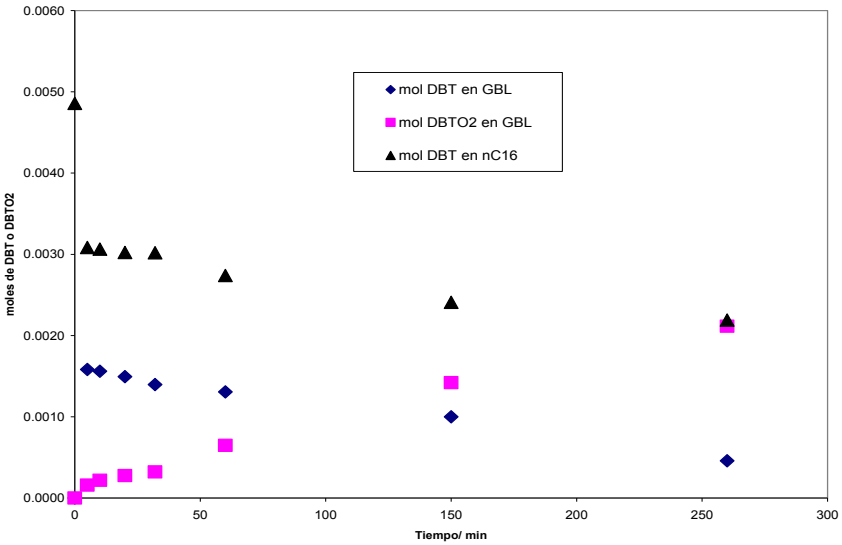



**Figura 3.** Resultados de la oxidación del DBT a sulfona $DBTO_2$ con el sistema $WO_x/ZrO_2$ (20 % en peso de W).

Se observa que la concentración inicial de DBT en la fase no polar, en este caso n-$C_{16}$, decrece de 4.9 x $10^{-3}$ hasta 3 x $10^{-3}$ mol. Sin embargo, este cambio de 1.9 x $10^{-3}$ mol de DBT no corresponde a la cantidad de $DBTO_2$ formada. Esto sugiere que el cambio en la concentración inicial detectado no es solamente producto de la reacción de oxidación de DBT a $DBTO_2$, si no que el solvente de extracción (γ-Butirolactona), además de extraer el producto polar en este caso ($DBTO_2$) también extrae DBT de la fase no polar, incluso en mayor proporción. Finalmente el DBT presente en la fase polar (γ-Butirolactona) puede ser oxidado a sulfona tanto por el $H_2O_2$, como por los sitios activos en la superficie del catalizador, lo que genera la formación del peroxometalato. Aparentemente este proceso de extracción gradual conduce a un incremento del producto de oxidación, a sulfona, hasta alcanzar una concentración máxima de 2.2 x $10^{-3}$ mol en 4 h.

## CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados al sistema $WO_x/ZrO_2$ por DRX y Raman, se demuestra que durante el proceso de O/E, el catalizador no sufre modificaciones en su estructura cristalina volumétrica sugiriendo que las modificaciones fundamentales de la estructura son únicamente a nivel superficial.

La eficiencia del sistema $WO_x/ZrO_2$ tiene relación directa con la morfología, estructura, estado de coordinación y dispersión de las especies de tungsteno.

La concentración de DBT en la fase no polar del $nC_{16}$, disminuye tanto por la reacción de oxidación de DBT a $DBTO_2$, como por efecto de la extracción con el disolvente polar y aprótico (γ-Butirolactona).

## REFERENTES


1. Ramírez V. L., Torres G. E., Gómez Q. V., González P. F. y Murrieta G. F., Catal Today, 98 (2004) 289-294.
2. Doug E., Bonde S.L. y Gore W.; *Petro Star INC. Anchorage AK. Npra Meeting* No. Am -01-25, (2001).
3. Angeles C., Cortes M. A., Torres E. and Toledo J. A.; *J. Mater Res.;* Vol. 21, No. 4 (2006) 807-810.
4. Armendáriz H., Cortes M. A., Hernández I, Navarrete J. and Vázquez A.; *Mat J .Chem.,* 13 (2003) 143-149.
5. Iribarren A., Rodríguez G., Ascencio J. A., Medina A. and Torres G. E.; *Chem. Mater.,* 18 (2006) 5446-5452.
6. Torres G. E., Rosas G., Ascencio J. A., Haro E. And Pérez R.; *Appl. Phys. A,* 79 (2004) 401-406.
7. Garvie R. C.and Goss M. P.; *J. Mater. Science*, 21 (1986) 1253-1257.
8. Dumitriu E., Guimon, C., Cordoneanu, A., Casenave, S., Hulea, T., Chelaru C., Martinez H. and Hulea V.; *Catal. Today*, 66 (2001) 529-534.
9. Zhao B., Xu X., Gao J., Fu Q. and Tang Y. J.; *Raman Spectroscopy,* 27(1996) 549.
10. Mercera P. D. L., Van Ommen J. G., Doesburg E. B. M., Burggraaf A. J. and Ross J. R. H.; *Appl. Catal.,* 57 (1990) 127-148.
11. Afanasiev P., Geantet C., Breysse M., Coudurier G. and Vedrine, J. C.; *J. Chem. Soc. Faraday Trans.,* 90 (1) (1994) 193-202.
12. Engweiler J., Harf J. and Baiker A.; *J. Catal.*, 159 (1996) 259-269.
13. Pizzio L.R., Cáceres C.V. and Blanco M. N.; *Cat. Letters*, 33 (1995) 175-192.
14. Hardcastle F. D. and Wachs I. E.; *J. Raman Spectroscopy,* 26 (1995) 397-405.
15. Vaudagna S. R., Canavase S. A., Comelli R. A. and Figoli N. S.; *Appl.Catal. A,* 168 (1998) 93-111
16. Du Soung K., Ostromecki M. and Wachs I.E.; *Catal. Letters,* 33 (1995) 209-215.
17. Leyva Helstón Zoila M, Tesis de Licenciatura, UJAT, 03 (2005).

Difusión y Divulgación
Científica y Tecnológica

**José Manuel Piña Gutiérrez**
Rector

**Raúl Guzmán León**
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

**Andrés González García**
Director de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica

**Calíope Bastar Dorantes**
Jefa del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas

Esta obra se terminó de editar el 19 Febrero de 2018, División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez ubicada en Carretera Estatal Libre Villahermosa-Comalcalco Km. 27+000 s/n Ranchería Ribera Alta, C.P. 86205 Jalpa de Méndez, Tabasco, México. El cuidado estuvo a cargo de los coordinadores y del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas de la Dirección de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la UJAT.