



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE PETÉN



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA DE LOS RÍOS



Simposium

Internacional de Investigación Multidisciplinaria

*Del 15, 16, 17 y 18 de
Agosto del 2012*

Información:

symposiumcudepinternacional@usac.edu.gt

Tel. 00(502) 78730505

Santa Elena, Flores Petén, Guatemala

Convocan al

2^{do} Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria

COMITÉ ORGANIZADOR:

Ing. Mario Rodolfo Negreros Ruíz.- Director del CUDEP-USAC, Guatemala.
M.T.E Sandra Aguilar Hernández.- Directora de la DAMR-UJAT, México.
Ing. Agr. Zootecnista. Henry Giovanni Vásquez Kilkán. Coordinador Administrativo. (Guatemala)
M.Sc. Amílcar Rolando Corzo Márquez. Coordinador de Investigación y Postgrado. (Guatemala)
M.Sc. Víctor Manuel Menaldo Barrios. Coordinador Comité Científico. (Guatemala)
Ph.d. Bayron Augusto Milian Vicente. Coordinador Comité Editorial. (Guatemala)
Lic. Arq. Erwin Salvador López Aguilar. Coordinador del Comité de Arbitraje. (Guatemala)
Lic. Vinicio Morales Berges. Coordinador de Difusión (Guatemala)
Dr. Alfonso Castillo Domínguez- Coordinador del Comité Científico. (México)
Dr. José Ulises González de la Cruz.- Coordinador del Comité Editorial. (México)
Dra. María Concepción de la Cruz Leyva.- Coordinadora del Comité Técnico. (México)
M P S E. Arturo Magaña Contreras.- Coordinador de Difusión. (México)

COMITÉ CIENTÍFICO Y EDITORIAL EN GUATEMALA:

PhD. Byron Augusto Milian Vicente.
M.Sc. Carlos Humberto Herman de León.
Ms. A. Jesús Amparo Herrera.
M.Sc. Víctor Manuel Menaldo Barrios.
M.Sc. Amílcar Rolando Corzo Márquez.
Ms. A. José Francisco Contreras Reinoso.
M.Sc. Cele Anaité Méndez
M.Sc. Karla Anahí Monterroso Rosal.
Ms. A. Mellyn García Castellanos,
M.V. José Antonio Castellanos de León
Ing. Agr. Zootecnista. Henry Giovanni Vásquez Kilkán.
Lic. Erwin Salvador López Aguilar
Lic. Nelson Castellanos
Ing. Agr. Gabriel Amado Rosales Vásquez.
T.U. Gendy Valle.

COMITÉ CIENTÍFICO Y EDITORIAL EN MEXICO:

Dr. José Ulises González de la Cruz.
Dr. Alfonso Castillo Domínguez.
Dra. María Concepción de la Cruz Leyva.
Dra. Martha Alicia Perera García.
Dr. Román Jiménez Vera
cDr. Nicolás González Cortés.
cDr. Víctor Guillermo Castro.
M en C. Raúl Enrique Hernández Gómez.
M en C. Jorge Víctor Hugo Mendiola Campuzano.
M.S.I. Elizabeth Torres Guillermo.

COMITÉ DE DIFUSION GUATEMALA:

Lic. Vinicio Morales Berges.
M.s.C. Cesar Gaytán Marroquín
Miguel Zamora
Yuri Jorge Colmenares Gonzáles

COMITÉ DE DIFUSIÓN MEXICO:

M.P.S.E. Arturo Magaña Contreras.
M. I. S. Eloísa Vázquez Mendoza
M en C. Martha Esther May Gutiérrez

COMITÉ PROTOCOLO Y EVENTOS CULTURALES

M.Sc. Guísela Cárcamo Duarte
Arq. Carlos Rafael Romero Zetina.
Ms. A. Mellyn García Castellanos.
Lic. Carlos Humberto Sánchez Góngora.
Ing. For. Marvin Enrique Rosales Peche
Licda. Mónica Suruy Villalta.
Licda. Marleny Calderón
Licda. Cynthia Amariny Montoya Cano.
Kathleen Aquart Orellana.
Julio Cesar Sierra Ibáñez.
Jefferson Ramón Matus Macz
Robin Quixchan
Blanca Griselda Gaytán Loya
Arturo Barajas Vásquez
Juan Carlos Rodríguez.
Delfina Lucrecia Maldonado Puga
Juan Pablo Palacios
VOLUSAC-CUDEP

COMITÉ DE FERIA COMERCIAL:

M.V. José Antonio Castellanos de León
Geraldine Alegría Macdonal.
Javier Gamboa.
José Francisco Ochaeta.
Vinicio Castellanos Vásquez.

COMITÉ FINANZAS:

Ing. Agr. Mario Rodolfo Negreros Ruiz.
Lic. Carlos Francisco Fernández Ochaeta.

LOGÍSTICA:

Ing. Agr. Zoot. Henry Giovanni Vásquez Kilkán
M.Sc. Karla Anahí Monterroso Rosal.
M.V. José Antonio Castellanos de León
Lic. Carlos Humberto Sánchez Góngora
Ms. A. Mellyn García Castellanos
Ms. A. Rolando Chayax
Ing. For. Marvin Enrique Rosales Peche.
Ing. Agr. Gabriel Amado Rosales Vásquez
Lic. Carlos Francisco Fernández Ochaeta
Arq. Carlos Rafael Romero Zetina.

DISEÑO GRÁFICO:

L.I.A. Gilberto Eduardo Domínguez García. (México)

CUERPOS ACADÉMICOS:

- Desarrollo y Gestión Integral Agroalimentaria.
- Producción, Manejo y Aprovechamiento de Recursos Acuícolas, Pesqueros y Agropecuarios.

OBJETIVO:

El 2^{do}. Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria, tiene el objetivo de dar a conocer los avances y resultados de las investigaciones generadas en diferentes campos de las ciencias básicas y aplicadas ante la comunidad científica, tecnológica, productiva, gubernamental.

FECHA LÍMITE DE RECEPCIÓN DE PONENCIAS:

15 de Junio de 2012.

FECHA PARA ENVÍO DE CARTAS DE ACEPTACIÓN DE PONENCIAS:

20 de Junio de 2012.

SEDE:

Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Petén. Santa Elena, Petén. Guatemala.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN:

Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

- Tecnología de los Alimentos.
- Sistemas de Producción Agropecuaria.
- Acuicultura y Pesquerías.

Ciencias Sociales, Administrativas y Tecnológicas.

- Tecnologías de la Información y Comunicación.
- Educación Superior.
- Administración Estratégica.
- Derecho Internacional, Migración y Derechos Humanos.
- Arqueología, Antropología e Historia.
- Psicología y Trabajo Social.

Recursos Naturales y Medio Ambiente.

- Manejo de recursos naturales.
- Desarrollo rural.
- Educación ambiental.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

El evento científico se realizará los días 15, 16 y 17 de Agosto de 2012 en el hotel Casona del Lago, ubicado en Santa Elena, Flores Petén, Guatemala, el día 18 será destinado para realizar recorridos turísticos por la zona Arqueológica de Tikal, Yaxha, el Lago Petén-Itzá, Biotopo del Cerro Cahui, entre otros.

El programa de actividades final se les hará llegar a su correo electrónico del 01 al 10 de Agosto.

CONFERENCIAS MAGISTRALES:

Se presentaran dos conferencias magistrales por día, a cargo de investigadores de reconocido prestigio nacional e internacional.

PRESENTACIÓN DE PONENCIAS:

Con el objetivo de promover la participación de todos los asistentes, las ponencias se organizarán por área temática. La dinámica consistirá en una exposición de 15 minutos por ponencia y 5 minutos para su análisis y discusión.

PRESENTACIÓN EN CARTELES:

La presentación del cartel será de acuerdo al método científico, tomando en cuenta que este deberá ser de 90 x 110 cm.

LINEAMIENTOS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS:

Los trabajos se recibirán en documento de Word con un máximo de 8 cuartillas a una columna justificada, letra Arial 12, interlineado 1.5, márgenes superior e inferior de 2.5 cm y derecho e izquierdo de 3 cm. Se admitirán como máximo tres ponencias por autor, otorgando una constancia por trabajo presentado.

En el correo donde se adjunte el documento para participar en el evento científico, debe mencionar el área temática en la que se desea participar.

Los documentos deben elaborarse de acuerdo al formato establecido (ver anexo) para ser considerados en el libro electrónico del evento:

-Título de la investigación. Sin exceder de 16 palabras en negritas, centrado y en mayúscula. En caso de incluir nombres científicos, se escribirán en letras cursivas (ejemplo *Petenia splendida*).

-Autor (es). Los nombres de los autores deberán ir centrados, comenzando con el apellido paterno, iniciales del apellido materno nombres. Es necesario incluir la institución de adscripción del (los) investigador (es) (letra Arial 10 e interlineado sencillo).

-Resumen. Este no debe exceder de 250 palabras (letra Arial 12 e interlineado sencillo).

-Palabras clave. Citar de 3 a 5 palabras.

-Introducción. En esta sesión es importante enmarcar claramente antecedentes, planteamiento del problema, justificación y objetivo.

Tomando en cuenta que si se cita literatura en el texto, este debe comenzar con el apellido del autor seguido del año, Chiappy & Gama (2002); si el (los) autor (es) no forma (n) parte del texto citar primero el apellido del autor con coma seguido del año con una letra en su caso, que permita distinguir más de una referencias publicada el mismo año (Sánchez et al., 1996a; 1996b). La literatura deberá ser citada cronológicamente y en segundo orden alfabéticamente, cuando sean incluidos autores cuyos apellidos inicien con la misma letra (Pérez, 1999; Pereira & López, 2000, Reséndez & Salvadores-Baledón, 2003). Cuando se trate de más de dos autores, después del primer autor deberá citar et al., y el año entre paréntesis (Guadarrama et al., 2000). Cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, enunciarlos cronológicamente (Galindo, 1999; 2001; 2003).

-Materiales y Métodos. Indicar los métodos y técnicas empleados en el desarrollo de la investigación, así como el diseño estadístico en su caso.

-Resultados y Discusiones. Organizar resultados en forma concisa, con ayuda de subtítulos, tablas y/o figuras. El encabezado de las tablas deberá ser con numeración arábica, así mismo la leyenda de pie de figuras en letra Arial 10, no negritas ni cursivas, en alineación justificada. Basar la discusión en la interpretación de los resultados y fundamentarla con las referencias pertinentes. Terminar la discusión con las conclusiones.

-Literatura citada. Escribirlas con sangría francesa según el ejemplo del artículo que se anexa en la guía de trabajo en extenso.

GUÍA DE TRABAJO EN EXTENSO:

Los trabajos aceptados serán publicados en formato **libro electrónico** con ISBN, **intitulado Avances y Perspectivas de Investigación Multidisciplinaria Tomo I**; este será tramitado por la Universidad de San Carlos, Centro Universitario del Petén, Guatemala.

Los trabajos serán recepcionados en la siguiente dirección electrónica:
simposiumcudepinternacional@usac.edu.gt

CUOTAS DE INSCRIPCIÓN:

Para que el trabajo sea considerado para su presentación en el evento científico, por lo menos uno de los autores debe cubrir la cuota de inscripción.

El pago de la inscripción incluye acceso al evento, material de apoyo (lapicero, hojas y carpeta), memoria con los trabajos presentados y constancia de participación como asistente o ponente.

MODALIDAD	NACIONALES		INTERNACIONALES	
	HASTA EL 30 DE JUNIO 2012	DESPUES DE 01 DE JULIO 2012	ANTES 01 DE JULIO 2012	DESPUES DE 01 DE JULIO 2012
PONENTES	Q. 600.00	Q. 700.00	\$ 100.00	\$ 125.00
PROFESORES Y PUBLICO EN GENERAL	Q. 450.00	Q. 550.00	\$ 100.00	\$ 125.00
ESTUDIANTES	Q. 350.00	Q. 450.00	\$ 75.00	\$ 100.00

Paquete de inscripción Incluye:

Diploma de Participación

Memorias del Evento Cd.

Coffe Break

Folder

Lapicero

Formas de Pago

Depositar en la Cuenta (por confirmar) después de realizar su depósito agradeceremos el envío del comprobante de manera digital a la siguiente dirección electrónica:
vasquez.henry@usac.edu.gt

Fechas importantes

- Para la recepción de los trabajos se tiene como fecha límite 15 de Junio 2012.
- Las cartas de aceptación se enviarán a partir del 01 al 15 de Julio.

Formas de registro

Podrá realizar su registro en línea en la página (por confirmar). o en el área de recepción el día del inicio del evento.

Información: Centro Universitario de Petén, Parque las Estelas, Santa Elena Petén. Tel (00502)78 73 05 05 - (00502)4 7 70 51 17. simposiumcudepinternacional@usac.edu.gt

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MATERIALES BIODEGRADABLES A BASE DE ALMIDÓN Y CELULOSA DE LEGUMINOSAS TROPICALES

de la Cruz-Leyva, M C¹., González-de la Cruz J U¹ y Pérez-Flores, V M.²

¹División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

²Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán. concepcion97@hotmail.com

Resumen

Se formularon materiales biodegradables a base de almidón extraído del frijol *Phaseolus lunatus* L, alcohol polivinílico (PVOH) y celulosa de vainas del frijol *Vigna unguiculata* Walp, en concentración de 20, 60 y 20% respectivamente. Se evaluó el tamaño de la fibra (<0.59, 0.59 y 1.00 mm) sobre las características mecánicas de elongación (ϵ), esfuerzo máximo (E. máx) y módulo elástico (E). El material elaborado con un tamaño de fibra de 0.59 mm presentó las mejores respuestas mecánicas; al poseer menor ϵ (1.09%), mayor E. máx y E (17.36 y 654.89 MPa respectivamente). El almidón y la celulosa extraídos de leguminosas tropicales, pueden ser consideradas materias primas viables para la elaboración de materiales biodegradables.

Palabras clave: almidón, celulosa, material biodegradable, características mecánicas.

Introducción

El uso masivo y globalizado de los materiales plásticos sólidos o fibras textiles como polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS), alcohol polivinílico (PVOH), entre otros, generan graves problemas ambientales; a causa de la acumulación ya que no son degradables (Fang & Hanna, 2000). Se han diseñado mezclas de polímeros biodegradables con sintéticos, con el fin de aumentar la degradabilidad y que posean características mecánicas similares a los sintéticos (Ke & Sun, 2000; Viroben et al., 2003). Las propiedades mecánicas (elongación, esfuerzo máximo, módulo, etc.) restringen la aplicación específica del material polimérico, debido a que reflejan la durabilidad y la habilidad para mantener la integridad deseada de

los productos (Odián, 1991). Los polímeros degradables como ácido poliláctico, polihidroxibutirato, polietilenglicol, policaprolactona y PVOH, poseen propiedades mecánicas deseables para la elaboración de materiales biodegradables (Guerrero et al., 2003). La desventaja es que tienen un costo mayor comparados con los sintéticos. Para reducir el costo y volumen de utilización se mezclan con polímeros naturales como proteínas, quitosano, lignina, almidón y fibras vegetales (Demuner & Verdalet, 2004; Ben et al., 2006). La celulosa se ha utilizado en materiales fibroreforzados, ya que presentan características fisicomecánicas de resistencia, rigidez, flexibilidad y baja densidad (Liu et al., 2005; de la Cruz-Leyva et al., 2006). El almidón mezclado con PVOH ofrece una amplia gama de propiedades superiores en comparación a las del almidón solo (Hoyos & Urrego, 1997). El PVOH es un polímero sintético soluble en agua cuando posee un grado de hidrólisis de 87-89%, por lo que se ha aplicado en la industria de los plásticos y embalajes (Carhuapoma & Santiago, 2005). El frijol tiene una fracción considerable de almidón en el grano y sus vainas son fuente de celulosa, estos polímeros naturales son abundantes y económicos; por lo que, el objetivo de esta investigación fue formular un material a base de almidón y celulosa de leguminosas tropicales (*P. lunatus* y *V. unguiculata*, respectivamente), adicionado con PVOH. Con el fin de aportar tecnologías competitivas e innovadoras al sector de la industria de los plásticos biodegradables.

Materiales y Métodos

Se aisló el almidón de *P. lunatus* con la metodología de Chel-Guerrero et al. (2002). La celulosa se extrajo de vainas de *V. unguiculata* con un método recomendado (de la Cruz-Leyva et al., 2006). Se determinó la composición proximal (humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra y ELN) de las materias primas (AOAC, 1997). Se utilizó PVOH con un grado de hidrólisis de 87-89% (Sigma Aldrich). Se formularon los materiales con dispersiones acuosas de almidón, PVOH y celulosa en concentración 20, 60 y 20% respectivamente; ensayando tres

diferentes tamaños de fibra (< 0.59, 0.59 y 1.00 mm). El mezclado y elaboración del material se realizó según las recomendaciones citadas por de la Cruz-Leyva et al. (2011).

Las características mecánicas de ϵ , E. max. y E de acuerdo al método ASTM D882-83 (ASTM, 1995), utilizando una máquina universal de pruebas mecánicas (INSTRON modelo 4411; Frank Bacon Machinery Warren, Michigan). Los resultados de la caracterización mecánica se evaluaron mediante ANOVA ($p < 0.05$) (Montgomery, 1991).

Resultados

La composición proximal del almidón de *P. lunatus* fue de 99.22% de ELN, el resto de los componentes (proteína, grasa, fibra y ceniza) estuvo representada por una fracción minoritaria (0.78%). La celulosa extraída de *V. unguiculata*, registró un 62.01% fibra y 33.53% de otros carbohidratos.

En la Tabla 1 presentan los resultados de la caracterización mecánica de los materiales elaborados. Se observó pequeñas diferencias significativas entre cada uno de los parámetros evaluados. Los tratamientos reforzados con un tamaño de fibras <0.59 mm registraron la mayor ϵ (1.50%) y menor E. max. (13.63 MPa), en tanto los adicionados con fibras de 0.59 mm mostraron la menor ϵ (1.09%) y el mayor E. max. (17.36 MPa). En todos los casos se observó la presencia de poros, por lo cual se recomienda estudiar el efecto de un algún agente compatibilizante (glicerol, polietilenglicol), con la finalidad de evitar la formación de poros en la matriz y mejorar la adhesión de las fases.

Tabla 1. Caracterización mecánica de los materiales biodegradables elaborados.

Tamaño de celulosa (mm)	ϵ (%)	E. máx. (MPa)	E (MPa)
< 0.59	1.50 ± 0.63^b	13.63 ± 0.65^a	453.46 ± 54.45^a
0.59	1.09 ± 0.05^a	17.36 ± 0.78^b	654.89 ± 42.94^a
1.0	1.33 ± 0.18^b	16.87 ± 0.94^b	516.22 ± 37.99^b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$).
(Media $\pm$ Desviación estándar, $n = 3$).

Discusión

El contenido de almidón obtenido es ligeramente mayor al citado por Betancur et al. (2001) donde obtuvo un 98.43%. Este carbohidrato ha sido ampliamente utilizado como materia prima en la industria del plástico la elaboración de envases y embalajes biodegradables a partir de polímeros renovables (Wang, 2003).

El elevado porcentaje de fibra extraído en este trabajo, indicó una fracción mayoritaria insoluble y que se relaciona con alfa celulosa. La fracción soluble representada por lignina y hemicelulosa fue menor; esta fracción soluble podría interactuar positivamente cuando están en contacto con una matriz polimérica, al contener grupos que aportan enlaces que permiten la adhesión entre los polímeros (Iannace et al., 2000). Por lo anterior, se recomienda el almidón y la celulosa de leguminosas tropicales como materias primas renovables para la elaboración de materiales biodegradables.

Los resultados de la caracterización mecánica mostraron que al utilizar un tamaño de fibra de 0.59 mm, presentaron mayor rigidez (13.63 MPa) y menor elongación (1.09%). Sin embargo, con la fibra más pequeña (menor que 0.59 mm) el material se deforma fácilmente (1.50%). Es importante hacer notar que el E es complementario a la deformación o elongación (O dian, 1991), esto se debe a que, la ϵ es un índice de extensibilidad y el E es un índice de rigidez. La incorporación

de fibra pulverizada a una matriz polimérica dúctil decrecen la elasticidad (Ben et al., 2006). Los diferentes tamaños de fibras utilizados en el procesamiento de los materiales, fueron un factor decisivo en las respuestas mecánicas. Por lo que, se trata en lo posible conservar las dimensiones originales de las fibras, para asegurar las mejores propiedades mecánicas y una buena dispersión en el material final (Cyras, 2001). Una característica interesante de los materiales que contienen fibras cortas, es que son casi tan resistentes como aquellos que contienen fibras continuas (Vallejos, 2006). Un material es frágil cuando exhibe una E. max. alto pero una elongación baja, en cambio un material es dúctil cuando muestra una deformación alta y un E. max. bajo (Cuadrado & Abraham, 2003).

La presencia del 20% de fibras de celulosa de *V. unguiculata* a un tamaño de 0.59 mm como fase de refuerzo, ayudó a incrementar notablemente la rigidez y a disminuir la deformación en los materiales. Con base a lo anterior, el tamaño de fibra de 0.59 mm fue el que presentó mayor rigidez y menor elongación.

Por otro lado, en futuras investigaciones podría ser importante considerar el uso directo de las fibras nativas tratadas químicamente (con ácido sulfúrico o hidróxido de sodio), con el propósito de exponer la mayor cantidad de grupos funcionales, y así lograr una mayor compactibilidad de la fase de refuerzo con la matriz polimérica, mayor grado de dispersión de las fibras y bajar los costos de extracción de celulosa.

Literatura citada

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist) (1997). Official Methods of Analysis. 17 thed. Editor Horwitz, W. Gaithersburg. Washington DC, USA. 14, 25-28, 32 pp.
- ASTM (Association of Standard Test Methods) (1995). Standard Test Method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-83). In Annual book of American standard Testing Methods. Philadelphia. 182-188 pp.
- Ben FA, Ben RC, Baklouti M (2006). Characterization of Composite Materials Based on PP–Cork Blends. Journal of Reinforced Plastics and Composites. 25(14):1499-1506.
- Betancur AD, Chel GL, Camelo R, Dávila G (2001). Physicochemical and Functional Characterization of Baby Lima Bean (*Phaseolus lunatus*). Stärke. 53:219-226.
- Carhuapoma BW, Santiago CJ (2005). Caracterización de hidrogeles de quitosano-alcohol polivinílico obtenidos por radiación gamma. Revista Iberoamericana de Polímeros. 6(4):333-346.
- Chel-Guerrero L, Pérez-Flores V, Betancur-Ancona D, Dávila-Ortiz G (2002). Functional Properties of Flours and Protein Isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* Seeds. Journal Agricultural and Food Chemistry. 50(3):584-591.
- Cuadrado RT, Abraham GA (2003). Propiedades mecánicas de biomateriales. Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) (UNMdPCONICET) J Mar del Plata, Argentina. 1-16 pp.
- Cyras VP (2001). Relación estructural, propiedades y procesamiento del material compuesto biodegradable obtenido a partir de policaprolactona/almidón y fibra Sisal. Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales (ITEMA). Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. 1-11 pp.

- de la Cruz-Leyva MC, Pérez-Flores VM, Domínguez-Espinoza R, Madera-Santana T (2006). Extracción y caracterización fisicoquímica de celulosa extraída de la vaina del frijol pelón (*Vigna unguiculata* L. Walp). Semana de Divulgación y Video Científico. Ed. Eduardo Caballero y Caballero. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 288-289 pp.
- de la Cruz-Leyva MC, González-de la Cruz JU, Pérez-Flores VM (2011). Materiales biodegradables de almidón modificado de *Vigna unguiculata* y fibra caña de azúcar *Saccharum* spp. Memoria del 2º Encuentro de Investigación Científica Nacional y 1er Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria. Ed. Eduardo Caballero y Caballero. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 185-190 pp.
- Demuner MDC, Verdalet IG (2004). Envases, empaques y embalajes alimentarios. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. 17(2).
- Fang QI, Hanna M (2000). Functional Properties of Polilactic Acid-starch-based Loose fill Packaning Foams. Cereal Chemistry. 77(6):779-783.
- Guerrero C, Lozano T, González Vaaden, Arroyo E (2003). Morfología y propiedades de politereftalato de etilen-glicol y polietileno de alta densidad. Ciencia UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León). 6(2):203-211.
- Hoyos R, Urrego L (1997). Empaquetados y/o películas comestibles y biodegradables. Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia de Colombia. 8-107 pp.
- Iannace S, Ali R, Nicolais L (2000). Effect of processing conditions on dimensions of sisal fibers in thermoplastic biodegradable composites. Journal of Applied Polymer Science. 79(6):1084-1091.
- Ke T, Sun X (2000) Physical Properties of Poly (lactic-Acid) and Starch Composites with Various Blending Ratios. Cereal Chemistry. 77(6):761-768.
- Montgomery DC (1991) Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana, México. 60-98 pp.

- Odian G (1991). Principles of Polymerization. A Wiley-Interscience publication. Third Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York. 1-9, 24-37, 711 pp.
- Vallejos ME (2006). Aprovechamiento integral del *Cannabis sativa* como material de refuerzo/carga del polipropileno. Universidad de Girona, España. 16-207 pp.
- Viroben G, Barbot J, Mouloungui Z, Gueguen J (2003). Preparation and Characterization of Films from Pea Protein. Journal Agricultural Food Chemistry. 28:1064-1069.
- Wang Y, Rakotonirainy AM, Papua GW (2003). Thermal Behavior of Zein-based Biodegradable Films. Starch/Stärke 55:25-29.