

# Química aplicada al sector productivo



Zea Miranda, Rubén Valerio

Química aplicada para el sector productivo / Rubén Valerio Zea Miranda...[y otros ciento setenta y seis].

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad Ean, 2021.

394 páginas.

ISBNe 9789587566550

1. Química – Congresos, conferencias etc.

3. Aprovechamiento de residuos

5. Ciencia y tecnología

2. Nanotecnología

4. Biotecnología

6. Energías alternativas

540.7 CDD 23

### **Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA**

DIRECCIÓN GENERAL

DIRECCIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL

COORDINADOR GRUPO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

PRODUCCIÓN ACADÉMICA:

Emilio Eliecer Navia Zúñiga

### **Centros de formación:**

CENTRO DE GESTIÓN INDUSTRIAL – REGIONAL DISTRITO

CAPITAL

Subdirector: Fabio Hernández Rodríguez

Coordinadora de formación profesional: Edilma

Sandoval Mojica

Grupo de investigación en procesos industriales

NEURONA:

Líder SENNOVA: José Ricardo Forero

### **Centro para la Formación Cafetera –**

#### **Regional Caldas**

Subdirector (E): Delka Patricia Ortiz

Grupo de investigación BIOSAN Biotecnología,

Seguridad Alimentaria y Nutricional

Líder SENNOVA: Frank Alberto Cuesta González

#### **Centro Agroindustrial – Regional Quindío**

Subdirectores: Néstor Fabio Jiménez Serna

Grupo de investigación

Líder SENNOVA: Rodrigo Iván Romero Zúñiga

#### **Universidad EAN**

Jeffrey León-Pulido,

Director Departamento de Procesos,

Facultad de Ingeniería.

**Editado y publicado por Ediciones Ean, Universidad Ean, 2021**

Todos los derechos reservados.

ISBNe 9789587566550

© Universidad EAN, El Nogal: Cl. 79 No. 11 - 45. Bogotá D.C., Colombia, Suramérica, 2019 Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN®

© UNIVERSIDAD EAN: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n.º. 2898 del Minjusticia - 16/05/69| Vigilada Mineducación. CON ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD, Res. N.º 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21

Producido en Colombia.

# ORGANIZAN

## SENNOVA

Sistema de Investigación,  
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Centro  
**Agroindustrial**  
Regional Quindío



Centro de Gestión  
Industrial  
Regional Distrito Capital



Centro para la  
Formación Cafetera  
Regional Caldas



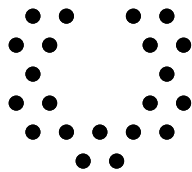
**SENAGROQUIN**



Grupo de Investigación  
**BIOSAN**  
Biotecnología, Seguridad Alimentaria y Nutricional  
Centro para la Innovación Caldas

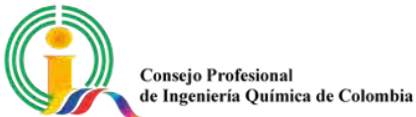


**NEURONA**  
Grupo de Investigación en procesos Industriales  
Centro de Gestión Industrial SENA - Regional D.C.



**ean**<sup>®</sup>  
universidad

# APOYAN



# COMITÉ ORGANIZADOR

## Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

DIRECCIÓN GENERAL

DIRECCIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL

COORDINADOR GRUPO DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y PRODUCCIÓN ACADÉMICA:

Emilio Eliecer Navia Zúñiga

## Centros de formación:

CENTRO DE GESTIÓN INDUSTRIAL – REGIONAL

DISTRITO CAPITAL

Subdirector: Fabio Hernández Rodríguez

Coordinadora de formación profesional:

Edilma Sandoval Mojica

Grupo de investigación en procesos  
industriales NEURONA:

Líder SENNOVA: José Ricardo Forero

## Centro para la Formación Cafetera – Regional Caldas

Subdirector (E): Delka Patricia Ortiz

Grupo de investigación BIOSAN

Biotecnología,

Seguridad Alimentaria y Nutricional

Líder SENNOVA: Frank Alberto Cuesta  
González

## Centro Agroindustrial – Regional Quindío

Subdirectores: Néstor Fabio Jiménez Serna

Grupo de investigación

Líder SENNOVA: Rodrigo Iván Romero  
Zúñiga

## Universidad EAN

Jeffrey León-Pulido,

Director Departamento de Procesos,  
Facultad de Ingeniería.

## COMITÉ CIENTÍFICO

Alejandra Molina Valencia  
Universidad del Quindío

Andrés Felipe Cañón Ibarra  
Universidad del Quindío

Andrés Gustavo Díaz Pinzón  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Ana María Zapata Orjuela  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Brigitte Liliana Moreno Medina  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de  
Colombia

Camilo Andrés Otálora Bastidas  
Universidad Nacional de Colombia

Danny Daniel Martínez Hoyos  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Débora Silva Santos  
Universidad de Brasilia

Diana Marcela López Velasco  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Diego Fernando Cómbita  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Diego Fernando Coral  
Institución educativa CESMAG

Diomer Hernán Aristizábal  
Buitrago  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Eduard Velasco  
Universidad Santiago de Cali

Erik José Arias Coronel  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Ernesto Mendoza  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Esmeralda Lozano Vera  
Universidad del Tolima

Fanor Casierra Posada  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia

Fernando Gordillo Delgado  
Universidad del Quindío

Frank Alberto Cuesta González  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Henry Isaac Castro Vargas  
Universidad Libre de Bogotá

Jairo Ramírez Zapata  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Jaquelin Mojica Gómez  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Javier Enrique Santana Lozano  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Jennifer Estrada Rúgeles  
Universidad Nacional de Colombia

Jennifer Tatiana Cruz Bolívar  
Universidad de la Amazonia

Jhon Jairo Cardona Londoño  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Jhon Jairo Ríos Acevedo  
Universidad Santiago de Cali

Jonatan López Castillo  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Jonatan Valencia Payan  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Johanna Marcela Acosta Arbeláez  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

John Albeiro Díaz Cuadro  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

John Jairo Cadavid Mejía  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Jorge Enrique Botero Salazar  
Universidad Nacional de Colombia

José Ricardo Forero Mendieta  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Juan Camilo Zárate Moreno  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Juan David Chamorro Cañón  
Universidad del Quindío  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Juan Manuel Díaz Barragán  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Juan Pablo Heredia Martin  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Juan Pablo Medina  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Julio Gregorio Blanco Beltrán  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Leidy Camila Sánchez Prieto  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Leidy Stefanía Vargas Vélez  
Universidad del Quindío

Lilia Margarita Almanza Mercado  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Liliam Teresita Manrique Delgado  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Lisbeth Leticia Olmos Blanquicett  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

## MEMORIAS

---

Lubin Andrés Hernández Sanabria  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Luis Fabián Hernández López  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Magaly Sánchez Benavides  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

María Consuelo Quiroga Maldonado  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

María Gabriela Zuluaga Ruiz  
Servicio Nacional de Aprendizaje -  
SENA

Mauricio Zea Rivera  
Gimnasio Contemporáneo

Miguel Alfredo Preciado Garzón  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Miguel Ángel García Parra  
Universidad del Cauca

Olga Lucia Martínez Gómez  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Orlando Ramírez Moreno  
Universidad Pontificia Bolivariana

Oscar Eduardo Ariza León  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Oscar Geovany Gaitán Reyes  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Pablo Valencia Osorio  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Pedro Rodríguez Sandoval  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Rafael Arango Uribe  
Servicio Nacional de Aprendizaje  
SENA

Rafael Guillermo Arzuaga Mejía  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Rodrigo Iván Romero Zúñiga  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Samuel Alejandro Monclou Salcedo  
Universidad Pontificia Bolivariana

Santiago Tabares González

Teresa Altamar Pérez  
Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA

Valery Tatiana Gonzalez Castro  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Víctor Hugo Cerón Chacón  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Virney Chalá Lozano  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Walter Hernando Pérez Mora  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

William Ricardo Pineda Bolívar  
Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

Yaceris Castro Escorcia Servicio Nacional  
de Aprendizaje – SENA

Yolanda Páez  
Universidad Abierta y a Distancia  
UNAD

# Contenido

Agradecimientos .....	17
Saludo de bienvenida .....	18
Reseña representantes del Comité Científico Internacional .....	21
Reseña representante del Comité Científico Nacional .....	25
Reseña del Congreso .....	29
Agenda del evento .....	31
<b>1. Aprovechamiento y valorización de residuos .....</b>	<b>47</b>
Fabricación de madera plástica a partir de cáscara de cacao y matriz polimérica .....	49
Manuel Alejandro Benachi Osorio, Karen Viviana Fabara Hernández y Nicolás Mauricio Escobar Narváz	
Funcionalización de bagazo de caña de azúcar con anhídrido maleico utilizando el método de radiación microondas .....	54
Galvez J., Elizabeth Wagner, Diego Barrera y Valentina Ipia	
Mezcla recuperés: una alternativa al formaldehído para la fijación y preservación de piezas anatómicas. ....	62
Diego Fernando Cómbita Merchán, Laura Marín Ocampo, Andrés Felipe Usma Valencia, Rubén Valerio Zea Miranda, Luis Felipe Pérez Machado y Luz Natalia Franco Montoya	
Obtención de carburo de titanio mediante el reciclaje de virutas de corte .....	69
Ana Maria Muñoz Gonzalez, Andres Felipe Gil Plazas, Julian David Rubiano y Liz Karen Herrera Quintero	
<b>2. Biotecnología .....</b>	<b>75</b>
Análisis de los ensayos de biodegradabilidad de un material para elaboración de empaques industriales .....	77
Rodríguez Sandoval Pedro, Medina Sánchez Andrés Felipe , Ariza León Oscar Eduardo y Olga Yurany Pérez Peña	

Descontaminación de cultivos de microalgas mediante tratamiento con coctel de antibióticos y antifúngicos. ....	83
Carolina Sánchez Villamil, Sergio Caro Laguna, Julian Amado Silva, Brayan Cáceres Bona, Diego Rincón Briceño, Merilin Losada Cañon, Carlos Andres Giraldo Galindo, Hamilton Amado Garzón y Alison Serrano Martin, y Paola Duarte Briceño	
Identificación de codones y residuos en secuencias de nucleótidos de adn utilizando python para la enseñanza en la educación básica secundaria .....	88
Yesica Lorena Herrera Romero, Valentina Urrea, Carlos Hernando Niño Riveros y Dario Alfonso Cuello Mejia	
Nanoformulación a base de los ácidos grasos dha (docosahexaenoico) y epa (eicosapentaenoico), y su efecto en linaje tumoral de mama .....	94
Santos D. S., Azevedo R. B. y Longo J. P. F.	
Obtención de un biofertilizante a partir de la microalga chlorella sp	100
Sergio Alejandro Pedraza Pachón, Magaly Sánchez, Jiovanny López y Adriana ÁlvarezValentina Urrea	
<b>3. Ciencia y tecnología de avanzada con potencial de aplicación industrial .....</b>	<b>107</b>
Desarrollo de un sensor de amonio con base en antocianinas de mora ( <i>rubus glaucus</i> ) mediante electrodos interdigitados de cobre y FR-4 .....	109
Paula Juliana García, Santiago Beltran Bautista, Isabel Sofía Tíga Padilla, Yicely Katherine Hernández Gómez y Carlos Hernando Niño Riveros	
Diseño de prototipo de fermentadora de cacao tipo tambor rotatorio con uso de energía solar .....	115
Martínez C., De La Rosa D., Arzuaga, R., y Parody A.	
<b>4. Formación en química .....</b>	<b>121</b>
Prácticas académicas verdes propuesta innovadora en el manejo integral de residuos peligrosos como aporte a la sostenibilidad .....	123
Lina María Jaramillo Echeverry, Ximena Cifuentes Wchima, Johanna Andrea Serna Jimenez y Johan Manuel Zuluaga	

<b>5. Nanotecnología</b> .....	<b>129</b>
Evaluación de la obtención de una solución coloidal de nanopartículas hierro zero valente usando extractos vegetales para remediación de aguas residuales de procesos industriales .....	131
Leidy Camila Sánchez, Gloria Consuelo Ramirez Ramos, Angie Carolina Espinel Calderón, Estefanny Montoya Florez, Anggi Paola Aponte Martinez y William Pineda Bolivar	
Evaluación de una suspensión de nanopartículas de dióxido de titanio con incorporación de plata sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de espinaca (spinacia oleracea) .....	139
Fernando Gordillo Delgado, Jakeline Zuluaga Acosta y Benyi Juliana Marín Gallego	
Evaluación del efecto antimicrobial de nanopartículas de dióxido de titanio (TiO <sub>2</sub> ), para inhibición del hongo fusarium solani en cultivos de palma africana .....	145
Samuel Alejandro Monclou Salcedo, Sandra Natalia Correa Torres, María Irene Kopytko, Diana Marcela Vesga Guzmán y Adriana Patricia Herrera Barros,	
Síntesis de nanocelulosa a partir de ameros de maíz para su posible uso en el desarrollo de nanoestructuras .....	151
Rosa Valentina Mazonas Vanegas, Valentina Granados Torres, Santiago Andrey Díaz y Angela Marcela Peña Díaz	
<b>6. Química agroindustrial</b> .....	<b>157</b>
Brayan Duque Álvarez y Juan Sebastián Ramírez Navas	
Biomasa de uva isabella (vitis labrusca) como fuente de compuestos bioactivos con potencial bioeconómico .....	159
Brigitte Liliana Moreno Medina y Fanor Casierra Posada	
Determinación de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (rubus sp), una estrategia para la proyección de especies locales en la agroindustria. ....	165
Efecto de la fertilización orgánica y mineral en la composición proximal de semillas de quinua ( <i>chenopodium quinoa willd</i> ) en Boyacá (Colombia). ....	170
Miguel Ángel García Parra, Sergio Alejandro Pedraza Pachón, Lubin Andrés Hernández, Luvy Carolain Castrillón y Leidy Camila Sánchez	
Producción industrializada de abono a partir de residuos orgánicos en el complejo Paloquemao SENA .....	175
Gómez Sanchez Manuel Ivan, Andrea Liliana Barragán Pérez, Raúl Alberto Riveros y Nubia Yohana Suarez Cely	

Tecnología de ligandos poliol (glukoplant®) y su uso en nutrición vegetal en cultivo de rosa .....	181
Gómez Sánchez Manuel Ivan, Andrea Liliana Barragán Pérez, Raúl Alberto Riveros y Nubia Yohana Suarez Cely	
<b>7. Química ambiental .....</b>	<b>189</b>
Caracterización fisicoquímica de un néctar obtenido a partir del yacón, pera y stevia .....	191
Yaceris Mercedes Castro Escorcia, Dialinis Blanco Villadiego, Miller Johannes Claro Vásquez, Teresa de Jesús Altamar Pérez y Lisbeth Leticia Olmos Blanquicett	
Efecto del PH en el tratamiento de agua residual doméstica usando agua proveniente del nevado de ruíz como coagulante natural ...	199
Sandra Milena Lozano Triana, Cindy Carolina Gámez Ávila, Milton Fredy Alarcón Jiménez y Javier Andres Quintero Jaramillo	
Obtención de un atrayente para la captura y monitoreo de la plaga cuarentenaria heilipus lauri boheman (coleoptera: curculionidae) en el cultivo de aguacate persea americana miller cv hass del oriente antioqueño (Colombia). ....	203
Ana Lorena Romero Arroyave, Natalia Cadavid, Bladimir Martinez, María Isabel Betancur y Juan Manuel Quiceno	
<b>8. Química analítica .....</b>	<b>209</b>
Detección de ocratoxina a en café por voltamperometría y hplc con detector de fluorescencia a través de la optimización estequiométrica de la hidrólisis ácida del metabolito .....	210
Diomer Hernán Aristizábal Buitrago, Santiago Sánchez Escobar Pablo Valencia Osorio, Dyro Alexis Giraldo Bustamante, Gonzalo Taborda Ocampo y Jose Alejandro Baeza Reyes	
Implementación de un método analítico para cuantificación de $\beta$ -caroteno en zanahoria (daucus carota l.) Por uhplc-dad, utilizando como método de extracción fluidos supercríticos (fsc). ....	216
Melisa Páez, Natalia Cadavid, Bladimir Martínez, Juan Manuel Monsalve, Alex Jimenez Henao, María Isabel Betancur y Catarina Pássaro	
Jugo de syzygium paniculatum como indicador en titulaciones ácido base. Una alternativa económica para la enseñanza del concepto de PH .....	222
Walter Pérez Mora, Karen Tovar, Oscar Collazos y Jaquelin Mojica	

Síntesis, separación y caracterización de etilenglicol-ricinoleato . . .	228
Alneira Cuellar Burgos, Fabio Augusto Mesa Rueda, Jhonier Stevens Gutiérrez Jiménez y Carlos David Valencia Eraso	
<b>9. Química aplicada al proceso del café. . . . .</b>	<b>235</b>
Calidad sensorial de productos de café soluble producidos por Colcafé S.A.S. Y su correlación con el contenido de compuestos volátiles . . . . .	237
Clara María Yepes Cartagena, Mónica Quintero y Julian Zapata	
Caracterización de compuestos volátiles en café especial, variedad castillo (coffea arabica l.) Bajo diferentes procesos de fermentación. . . . .	242
Johanna Marcela Acosta, Wilson Barragán Hernández, Andrés Felipe Ruiz Márquez y Jesús Gil González	
Contenido de metabolitos específicos en cáscara de Coffea arabica . . . . .	2 49
Harol Esneyder Benites Cuellar y Liseth Natalia Cuellar Álvarez	
Cuantificación de algunos nutrientes y micronutrientes presentes en los residuos agroindustriales de coffea arabica . . . . .	2 54
Jaquelin Mojica y Walter Pérez Mora	
Desarrollo de dos productos a base de café diferenciado con ingredientes naturales y propiedades funcionales . . . . .	259
Victor Manuel Ramirez Salgado, Frank Alberto Cuesta, Heidy Yuliana Sánchez y Paula Natalia Bedoya Cardona	
Evaluar la inocuidad para la madera de café como empaque en los procesos de maduración de bebidas alcohólicas . . . . .	265
Victor Manuel Ramírez Salgado, Frank Alberto Cuesta, Pablo Valencia, Heidy Yuliana Sánchez y Paula Natalia Bedoya Cardona	
Influencia de la temperatura sobre la actividad antioxidante en cáscara de coffea arabica . . . . .	270
Florez A. y Cuéllar N.	
Tratamiento de las aguas mieles del café utilizando ozono para evaluar la calidad del agua a las vertientes . . . . .	277
Jhon Jairo Cardona Londoño	

Uso de la técnica de relajación térmica para la medición de la calor específico en muestras de café orgánico y convencional. ....	283
Diego Fernando Valencia, Fernando Gordillo Delgado y John Alexander García	
Uso de residuos agroindustriales de café para la obtención de pectina .....	288
Juan Siabato, Luis Guzmán, Christian Mejía, Jaquelin Mojica y Walter Pérez Mora	
<b>10. Química de alimentos .....</b>	<b>293</b>
Caracterización fisicoquímica de harina de frijol caupi (vigna unguiculata l. Walp) en la elaboración de tortas magdalenas .....	294
Lilia Margarita Almanza Mercado, Teresa De Jesús Altamar Pérez, Dan Daniel Martínez y Armando Mejía	
Cuantificación de polifenoles totales presentes en berries cultivadas en el departamento de Boyacá. ....	300
Oscar Julio Medina Vargas, Rodrigo Francisco Ayala Camargo, Juan Alejandro Rubio Rodríguez y Brigitte Liliana Moreno Medina	
Efecto del recubrimiento comestible a base de pectina funcionalizado con extractos de plantas en la calidad de fresas ...	306
Jonatan Valencia Payan, Natalia Charry Vargas, Manuel Alejandro Benachi Osorio y Faiber Andrey Aroca Bermeo	
Evaluación fisicoquímica de hamburguesa de carnero con cloruro de potasio y fibra de colágeno .....	311
Yaceris Mercedes Castro Escorcía, María del Mar Cardozo Ortiz, Miller Johanes Claro Vásquez y Teresa de Jesús Altamar Perez	
Extracción de antocianinas de la mora de castilla (rubus glaucus benth) para la elaboración de pigmentos naturales .....	316
Carlos Hernando Niño Riveros, Darío Alfonso Cuello Mejía, Juan David Avendaño Paez, Yicely Katherine Hernández Gómez, Laura Valentina Lancheros Cabra y Fabian Francisco Freyle Corro	
Incidencia de la radiación solar en el desarrollo del fruto del pepino cohombro (cucumis sativus l), en el municipio de El Espinal Tolima .....	323
Cindy Carolina Gámez Ávila, Milton Fredy Alarcón Jiménez, Sandra Milena Lozano Triana y Javier Andres Quintero Jaramillo	

Obtención de aceite a partir de semillas de guanábana ( <i>annona muricata</i> ) .....	327
Karen Tovar, Oscar Collazos, Catalina Carreño, Ligia Medina, Brigitte Ciprián y Walter Pérez Mora	
Perfil de riesgo de un conservante en néctares, refrescos y bebidas a base de jugo o zumo de frutas distribuidos en Bogotá .....	332
Otálvaro, Angela, Castro German, Rey Javier y Maria Patricia Chaparro González	
Transformación tecnológica de la limonaria ( <i>cymbopogon citratus</i> ) para la obtención de bebidas antioxidantes hipocalóricas .....	337
Lisbeth Olmos Blanquicett	
<b>11. Química Industrial.....</b>	<b>343</b>
Diseño de un biocomposite de matriz polimérica empleando como refuerzo residuos convencionales .....	344
Sergio Alejandro Pedraza Pachón, Juan Pablo Medina, Lubin Andrés Hernández, Leidy Camila Sánchez, Valery Tatiana González Castro, Valentina Torres y Nubia Abril	
Elaboración de películas a base de quitosano y alcohol polivinílico plastificadas con glicerol y aceite de girasol para aplicación en recubrimientos de alimentos .....	350
Natalia Coneo Sandoval, Yomarís Del Carmen Hernández Berrío, Yulieth Patricia Ramos Londoño y Gezira De Ávila Montiel	
Estudio de la relación del tiempo con las características físicas, morfológicas y topográficas de recubrimientos de vidrios bioactivos obtenidos por evaporación térmica .....	356
Jose Miguel Fuertes Muñoz, Akemy Sharise Jaramillo Loaiza y Edinson Berrío Ortiz	
Evaluación de las propiedades ópticas de recubrimientos de TiO <sub>2</sub> obtenidos por evaporación térmica (ETR) .....	359
Julieth Vanessa Guerra Galindo y Edison Berrío	
Influencia de los parámetros del proceso de inyección de plásticos y el porcentaje de aditivos sobre la contracción volumétrica de la pieza moldeada .....	362
Julio Gregorio Blanco Beltrán y Alexander Guacaneme Leguizamón	

- La impresión 3D integrada a la fundición tradicional de metales como alternativa para mejorar la productividad en el sector joyería . . . . . 369  
Leidy Yaneth Vega Rodríguez
- Determinación de triazinas en muestras de aguas del río bolo por cromatografía de gases con espectrómetro de masas . . . . . 375  
Edouard Frederic Velasco Molina y Jhon Jairo Rios Acevedo
- Obtención de biopolímero termoplástico a partir de ácido poliláctico (apl) de almidón de papa residual y mucílago de nopal . . 381  
Helena Victoria Daza Lagos, Paola Andrea Vargas Moreno, Andrea Preciado y Luis Lozano
- Recubrimientos de sustratos de acero, cobre y zinc mediante oxidación electrolítica con plasma para la reducción de Cr(VI) . . . . . 385  
John Alexander Garcia y Fernando Gordillo-Delgado
- Síntesis de un poliuretano urea (puu) elastómero a partir de un prepolimero basado en 4,4-diisocianato de difenilmetano . . . . . 389  
Alneira Cuellar Burgos, Fabio Augusto Mesa Rueda, Alejandra Candamil Castaño, Santiago Evair Posso Cabrera y Carlos David Valencia Eraso

## AGRADECIMIENTOS

El Primer Congreso Internacional de Química Aplicada al Sector Productivo 2018, el Centro de Gestión Industrial (Distrito Capital), el Centro Agroindustrial (Regional Quindío), el Centro para la Formación Cafetera (Regional Caldas), la Universidad EAN y el comité organizador, agradecen a los siguientes aliados académicos, empresas, instituciones y colaboradores los cuales, directa o indirectamente, patrocinaron este evento.

**Asociación Química Colombiana ASQUIMCO**

**Chemical Abstract Services CAS by ACS**

**Cámara Colombiana del Acero CAMACERO**

**Científicamente**

**Consejo Profesional de Ingeniería Química CPIQ**

**Consejo Profesional de Química CPQCOL**

Dr. Calderon LABS

Escuela Nacional de la calidad del Café

Innovatek

Red de Química SENA

KHYMOS

Quimicontrol SAS

Universidad EAN

Universidad Libre

Process Solutions and Equipment PS+E

## SALUDO DE BIENVENIDA

**B**ienvenidos al Primer Congreso Internacional de Química Aplicada al Sector Productivo 2018. Es gratificante contar con el aporte significativo de cada una de las experiencias de investigación que se presentarán en este espacio académico y social.

Este encuentro se desarrollará bajo una agenda que nos permite, a todos y cada uno de nosotros, ya sea como ponentes o asistentes, compartir ideas, hallazgos, preguntas y resultados, frente a una serie de temáticas enfocadas a los retos propuestos por el entorno internacional, nacional, del sector productivo y social, evaluando alternativas para dar respuestas a las necesidades inmediatas, a mediano o largo plazo de la agroindustria.

A lo largo de los tres días de congreso desarrollaremos como tema central los “Aportes de la química al sector cafetero”, donde trataremos monográfica, experimental y transversalmente la actualidad de algunos de los sectores productivos ante temas como la agroindustria, alimentos, ambiente, economía circular, energías alternativas, tecnologías verdes, entre otros.

Son tiempos convulsos, para los sectores productivos y sociales, las demandas actuales en términos de aumento de los ingresos y el afán de las poblaciones por mejorar su nivel adquisitivo han generado a nivel nacional preocupaciones y preguntas frente al aprovechamiento de residuos. Algunos estudios realizados por el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible revelaron que en Colombia se genera, aproximadamente 12 millones de toneladas

de residuos, de los cuales tan solo se aprovecha el 17%, panorama que no es diferente en el sector agroindustrial.

Es por ello, que nuestro reto a nivel académico, científico, social y cultural es plantear respuestas innovadoras frente a cómo mejorar los procesos industriales y del agro en el país, cómo generar valor agregado en productos y procesos, cómo hacer uso eficiente de las diferentes tecnologías en procesos industriales y agroindustriales. Esto con el fin de configurar un espacio con la capacidad de dinamizar los modelos de producción y consumo que se nos han propuesto como única alternativa de desarrollo y crecimiento económico y social.

Colombia cuenta con disponibilidad de tierras, diversidad en suelos y climas, a lo que se suma la gran riqueza en recursos naturales, lo que nos posibilita como país, encontrar en el campo, oportunidades productivas durante todo el año. No obstante, el país cuenta con talento humano, en diferentes áreas del conocimiento, lo que genera creatividad e innovación para dar respuestas sostenibles, tanto ambiental, cultural y económicamente hablando al sector agroindustrial. A esto, debe sumarse el positivo crecimiento del sector frente a la demanda de alimentos y materias primas naturales que no puede, por ninguna razón, verse opacado por la generación de residuos.

Es así, sin mayores novedades frente a las necesidades más apremiantes de nuestro país frente a los sectores productivos, que se propone este congreso como un espacio de socialización de proyectos e investigaciones por parte de grupos de investigación, semilleros, investigadores profesionales, empresas y comunidad académica; reafirmando nuestro compromiso con las nuevas

y emergentes preguntas, buscando la mejora constante de procesos productivos y brindando alternativas de reducción y aprovechamiento de residuos. Esto, sin apartarse de la búsqueda continua de mejorar la calidad de vida de diferentes comunidades. Es así, como les damos la bienvenida a este espacio para la construcción de conocimiento, enfocado a la transformación de un mejor país y un mejor planeta.

## Reseña representantes Comité Científico Internacional

### INVESTIGADORA JULIE PAULIN VANEGAS



Working at the Liquid Crystal Institute at Kent State University in the development of fluorescent nanoparticles and particularly, the functionality of its surface for the induction and modification of the orientation of the liquid crystal. Also, the analysis of specific "Nanoparticles (decorated with DNA, RNA bases) -Liquid Crystal" hybrids can be used as sensors in different fields of biomedical applications such as bioimaging or controlled release of drugs to photocatalysis, or their use as chemical and physical sensors, electronics, among others.

**INVESTIGADOR RODRIGO ALVARENGA REZENDE**

Investigador y Coordinador de Proyectos del equipo de Biofabricación del Núcleo de Tecnologías Tridimensionales del Centro de Tecnología Renato Archer (CTI) e investigador vinculado CERTBIO-UFCG. Post-Doctorado en el CTI Renato Archer apoyado por la FAPESP. Posee Doctorado y Maestría en Ingeniería Química por la Universidad Estatal de



Campinas. Cuenta con graduación en Ingeniería Eléctrica con énfasis en computación por la Universidad Federal de Uberlândia (UFU, 2000). Miembro del Instituto Nacional de Biofabricación (INCTBIOFABRIS). Desarrolló trabajos de investigación en manufactura aditiva con biomateriales, en el Departamento de Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico de Leiria, Portugal (2006/2007), financiado por la FCT (Fundación para Ciencia y Tecnología) en Portugal como parte del Sandwich de doctorado. Actualmente, trabaja con tecnología de la Información como tecnología habilitadora para la bioimpresión de tejidos y órganos humanos. Tiene experiencia en el área de procesos de prototipado rápido, estereolitografía con láser infrarrojo (termolitografía) y biofabricación, simulación. Co-responsable de la creación de la red BIOFAB (Red Iberoamericana de Biofabricación: Materiales, Procesos y Simulación) financiada por el CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Miembro del Instituto Nacional de Biofabricación (INCT-BIOFABRIS). Integra el Núcleo de Tecnologías Tridimensionales (NUT3D) de la Universidad de Araraquara (UNIARA).

## **Product Specialist-Chromatography/Mass Spectrometry Latinoamerica Sales**



Química de profesión, con Posgrado en Ciencias Químicas orientado a Química Analítica Instrumental, egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde formó parte de la plataforma académica, impartiendo la asignatura de Química Analítica. Ha presentado diversos trabajos en Congresos Nacionales e Internacionales en las áreas Ambiental y de Alimentos. Cuenta con experiencia de más de 10 años en equipos de cromatografía de líquidos y cromatografía de gases, así como, en sistemas acoplados LC-MS/MS y GC/MS. Cuenta también con tres años de experiencia en Control de Calidad en la industria alimenticia, coordinando la implementación de metodologías para análisis de contaminantes en alimentos por HPLC y LC-MS/MS. Actualmente labora para Agilent Technologies, como especialista de producto a nivel Latinoamérica para las técnicas de cromatografía de gases y líquidos acoplados a masas.

**DÉBORAH PELLECCER**

Egresada de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala como Química Bióloga y, habiendo laborado para su 'alma máter' como profesora interina del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS– inició carrera en el área de ventas, entrenamientos y gerencia de proyectos en la empresa ITMS Group / Systems Link International, desarrollando el mercado Latinoamericano, con enfoque principal en Centro América, Paraguay y Uruguay y capacitando online y on-site a lo largo de Latinoamérica por casi 8 años. Actualmente se unió a Chemical Abstracts Service (CAS), una división de la Sociedad Americana de Química (ACS) como consultora en el área de capacitaciones para Hispanoamérica.

## Reseña representantes Comité Científico Nacional

### PROFESOR JOSÉ JAIRO GIRALDO GALLO

Actual director de la cátedra José Celestino Mutis. Profesor titular desde 1990 en la Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ciencias – Sede Bogotá. Fundador y ex director del Grupo de Física de la Materia Condensada Departamento de Física, Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.



Fundador y presidente de Buinaima (Asociación Colombiana pro Enseñanza de la Ciencia: [www.ethosbuinaima.org](http://www.ethosbuinaima.org)), Miembro Correspondiente, Academia Colombiana de Pedagogía y Educación. Medalla al Mérito "Darío Rozo", 2003 (Otorgado por la Sociedad Colombiana de Física), profesor investigador CINVESTAV 1991-1993, y luego profesor honorario (Dep. Física). Profesor visitante en México, UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y CINVESTAV diversos períodos, y en España, UAM (Universidad Autónoma de Madrid). Publicaciones: alrededor de un centenar, incluyendo algunas de tipo divulgativo y media docena de libros, entre ellos: "Nanotecnociencia: nociones preliminares sobre el universo nanoscópico" (Bogotá, 2007) y "Unos cuantos para todo" (Bogotá, 2009.) Los más recientes son investigaciones sobre pedagogía, educación y neurodesarrollo.

**PROFESOR JEFFREY LEÓN PULIDO**

Profesional en Ingeniería Química (UIS-Co), MSc. en Ingeniería Química y PhD (c) en Ingeniería Química (UNICAMP-Br). Director de organizaciones, operaciones, procesos industriales y académicos. Especialista en intensificación de procesos, desarrollo de procesos/productos y simulación numérica. Experiencia en análisis, formulación y dirección de proyectos, investigación y desarrollo, procesos de producción, procesos químicos, alimentos, tratamiento de residuos, Oil&Gas, biocombustibles, diseño de procesos y productos, aprovechamiento de Residuos, aprovechamiento energético, procesos y diagnósticos ambientales, aseguramiento de la calidad, mejora de procesos, transferencia de tecnologías y propiedad intelectual y aplicación de normas NTC-ISO, RUC, HACCP, BPM, ASTM, ASME, ICH-Q8/Q9/Q10.

**INSTRUCTOR FERNANDO LUNA VERA**

Es un joven investigador y consultor que en los últimos años se ha dedicado a la investigación aplicada en el campo de los materiales compuestos y la divulgación científica. Se graduó como Químico en la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá en 2002), año después, empezó su carrera como investigador en Colombia en instituciones tales como el Centro de Investigación en Aceite de Palma (CENIPALMA) en Bogotá y, el Centro de estudios hidrográficos y



oceanográficos CIOH en Tumaco donde se involucró con problemas ambientales relacionados con derrames de petróleo en el océano. En 2005 regresó a Bogotá donde pasó un año como jefe de laboratorio antes de ir a EE. UU. para obtener su Ph.D. en química analítica. Pasó 6 años en Richmond (Virginia), como estudiante de posgrado en Virginia Commonwealth University (VCU), trabajando como asistente de docencia en cursos de química general y analítica y también como investigador asistente. En 2010 realizó una estancia post-doctoral en el laboratorio de la Dra. Maryanne Collinson, desarrollando estructuras de sílice microestructuradas en electrodos para detección de biomoléculas. En 2012 regresó a Colombia para trabajar en el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en Bogotá, más tarde, y durante los últimos 5 años, en el Centro Nacional de Técnica Asistencia a la industria (ASTIN-SENA) donde se involucró con química de polímeros y el desafío de usar residuos de la agroindustria para nuevos materiales compuestos de matriz polimérica. Fue líder del grupo de investigación GIDEMP en ASTIN y actualmente lidera la línea de bio y nanotecnología de la estrategia

TECNOPARQUE en Cali, ayudando a impulsar la innovación para los colombianos con ideas emprendedoras de base tecnológica. También comenzó un grupo de entusiastas de divulgación científica y ciencia ciudadana que se han desarrollado desde 2012, 11 "café de ciencia" bajo el formato de "café scientifique". Fernando recibió el Mary E. Kapp Premio de Servicio en la Universidad Commonwealth de Virginia en 2011 y es miembro de la American Chemical Society (ACS), Sociedad Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) y Sociedad Colombiana de Ciencias Químicas. Sus investigaciones han dado lugar a más de 10 publicaciones en revistas indexadas y varias presentaciones orales en congresos internacionales de química.

## RESEÑA DEL CONGRESO

**E**l Primer Congreso Internacional de Química Aplicada al Sector Productivo Quindío 2018 se realizará en la ciudad de Armenia (Colombia) y se llevará a cabo en el Centro Cultural Metropolitano de Convenciones Quindío (Colombia). Para el desarrollo del presente evento se escogió como tema central “Aportes de la Química al Sector Cafetero” y pretende reunir grupos de investigación, semilleros e investigadores de diferentes instituciones de educación superior y/o empresas que podrán compartir los resultados finales o parciales de sus proyectos de investigación en el área de química aplicada al sector productivo, generando espacios y grupos de trabajo que permitan consolidar redes que den respuesta a las necesidades del sector productivo. Finalmente, se buscará potenciar las habilidades y conocimientos necesarios para lograr una comunicación eficaz y valorar los trabajos científicos como elemento valioso para dinamizar la difusión científica.

Dada la importancia y el impacto de Química Aplicada en el sector productivo este primer congreso pretende brindar un espacio para divulgar los avances tecnológicos en temáticas de interés tales como: agroindustrial, alimentos, ambiental, formación, materiales y energías alternativas de importancia para la industria y sus procesos productivos.

Representantes de centros de formación del SENA, Universidades, institutos de educación superior y empresas se reunirán en la ciudad de Armenia para hablar el mismo idioma e incentivar a jóvenes a continuar aportando con sus investigaciones, generando así, soluciones a las necesidades del sector productivo y construyendo un mejor país.

# AGENDA DEL EVENTO



Fotos tomadas por: Javier Enrique Santana  
funcionario del SENA

# DÍA 1

AUDITORIO PRINCIPAL	
7:00-8:00	REGISTRO
8:00-8:30	INAUGURACIÓN DEL EVENTO
8:30-9:30	LA FABRICACIÓN ADITIVA (IMPRESIÓN 3D) Y LA BIOFABRICACIÓN; Rodrigo Alvarenga Rezende; Centro de Tecnología Renato Archer (CTI) (Uberlandia BRASIL)
9:30-10:30	CITALLI DOMINGUEZ DOMINGUEZ Product Specialist-Chromatography / Mass Spectrometry Latinoamérica Sales; KHYMOS LATINOAMERICA (MÉXICO)
<b>10:30-11:00</b>	<b>CAFÉ</b>
11:00-12:00	NANOMATERIALS AND THEIR USE IN DIFFERENT AREAS: LIQUID CRYSTAL; Julie Paulin Vanegas; Institute-Kent State University (ESTADOS UNIDOS)
ESCENARIO 1	
TEMÁTICAS	<b>Química aplicada al proceso productivo del café</b> <b>Química industrial</b> <b>Química Agroindustrial</b>
14:00-14:20	ELABORACIÓN DE UN EMPAQUE ECOLÓGICO ARTESANAL A PARTIR DE RESIDUOS DE CAFÉ EN EL SUR DEL HUILA; Martha Adriana Peña Torres; Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano
14:20-14:40	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN CASCARA DE Coffea arábica; Brayan Alexis Flórez Calderón; Universidad de la Amazonía, Florencia- Colombia
14:40-15:00	CONTENIDO DE METABOLITOS ESPECÍFICOS EN CÁSCARA de Coffea arábica; Harol Esneyder Benites Cuellar; Universidad de la Amazonía, Florencia- Colombia
15:00-15:20	VALIDACIÓN DE PLANTA PILOTO DE FERMENTACIÓN (100L) PARA LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA UNICELULAR; Ernesto Josue Mendoza Pérez; Centro de Biotecnología Industrial Palmira- Colombia
<b>15:20-15:40</b>	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS DE CELULOSA (NCC); Kevin Bernal Leyton; Centro Nacional de Asistencia Técnica a la industria ASTIN-SENA- Cali- Valle
16:00-16:20	TECNOLOGÍA DE LIGANDOS POLIOL (GLUKOPLANT) Y SU USO EN NUTRICIÓN VEGETAL EN EL CULTIVO DE ROSA; Raúl Riveros; Ingeplant S.AS
16:20-16:40	USO DE LA TÉCNICA DE RELAJACIÓN TÉRMICA PARA LA MEDICIÓN DE LA CALOR ESPECIFICO EN MUESTRAS DE CAFÉ ORGÁNICO Y CONVENCIONAL; Diego Fernando Valencia; Universidad del Quindío
16:40-17:00	OXIDACIÓN SELECTIVA DE ÁCIDO 5-HIDROXIMETIL-2-FURANOCARBOXÍLICO A PARTIR DE 5-HIDROXIMETILFURFURAL CON MICROORGANISMOS AISLADOS DE BEGAZO DE CAÑA; Tatiana Muñoz Castiblanco; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja- Colombia
17:00-17:20	EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PROCESAMIENTO QUE FAVORECEN LA SINTERABILIDAD DEL ACERO M2; Theylor Andrés Amaya Villabon; Universidad Nacional de Colombia- sede Bogotá
<b>17:20-18:00</b>	<b>WORKSHOP 1</b>

ESCENARIO 2	
<b>TEMÁTICAS</b>	<b>Química ambiental</b> <b>Química de alimentos</b>
14:00-14:20	DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DE LA MINA DIDÁCTICA UBICADA EN EL CENTRO MINERO; Ana María Mongui; Centro Minero- SENA- Boyacá
14:20-14:40	CUANTIFICACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES PRESENTES EN BERRIES CULTIVADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ; Juan Alejandro Rubio Rodríguez; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja- Colombia
14:40-15:00	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL CORREGIMIENTO DE JARAQUIEL, MONTERÍA, CÓRDOBA; Carlos Andrés Burgos Galeano; Centro de Comercio, Industria y Turismo- SENA- Montería- Colombia
15:00-15:20	ANÁLISIS DE MUESTRAS NATURALES Y COMERCIALES, IMPLEMENTANDO UNA TÉCNICA VERSÁTIL PARA LA DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CITRAL, UN COMPONENTE DE GRAN IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA; Eymi Julieth Ramírez Yangana; Universidad del Cauca, Popayán- Colombia
<b>15:20-15:40</b>	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	OBTENCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS A PARTIR DE FRUTAS TROPICALES PROPIAS DE LA REGIÓN MAGDALENA MEDIO; María Camila Duarte Bermejo; Centro Industrial y del desarrollo Tecnológico SENA- Barrancabermeja
16:00-16:20	BIOFLOCULANTE A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL PARA SUSTITUCIÓN DE LA POLIACRILAMIDA EN EL PROCESAMIENTO DE PANELA; Liliana Marcela Rincón Fuentes; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, Tunja- Colombia
16:20-16:40	EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA ( <i>Rubus glaucus</i> benth) PARA LA ELABORACIÓN DE PIGMENTOS NATURALES; Fabián Francisco Freyle Corro; Centro Industrial y Desarrollo Empresarial –SENA- Soacha- Cundinamarca
16:40-17:00	DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES A PARTIR DE LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS OBTENIDOS DE LOS CÍTRICOS GENERADOS EN EL PROCESAMIENTO DE ESTAS FRUTAS; Miguel ángel Sánchez Moyano; Centro Nacional de Hotelería Turismo y Alimentos- SENA- Distrito Capital
17:00-17:20	EFFECTO DEL pH EN EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA USANDO AGUA PROVENIENTE DEL NEVADO DE RUÍZ COMO COAGULANTE NATURAL; Javier Andrés Quintero Jaramillo; Centro Agropecuario La Granja- SENA- Tolima Espinal
<b>17:20-18:00</b>	<b>WORKSHOP 2</b>

ESCENARIO 3	
TEMÁTICAS	<p>Química analítica Formación en química Energías limpias y energías alternativas Aprovechamiento y valorización de residuos Innovación en materiales para la Industria Ciencia y Tecnología avanzada con potencial de aplicación industrial</p>
14:00-14:20	APLICACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN SU SISTEMA DE POTENCIA FLUIDA (SPF); David Alejandro Llano Rojas; Centro Pecuario y Agroambiental-SENA- Caldas
14:20-14:40	IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO ANALÍTICO PARA CUANTIFICACIÓN DE $\beta$ -CAROTENO EN ZANAHORIA ( <i>Daucus carota</i> L.) POR UHPLC-DAD, UTILIZADO COMO MÉTODO DE EXTRACCIÓN FLUIDOS SUPERCRÍTICOS (FSC); María Isabel Betancur Nieto; Centro de la innovación, la Agroindustria y la Aviación –SENA- Antioquia
14:40-15:00	MICRO EXTRACCIÓN POR PORCIÓN EN DISCO ROTATORIO (RDSE) DE TRIAZINAS DESDE MUESTRAS ACUOSAS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON ESPECTRÓMETRO DE MASAS; Edouard Frederic Velasco-Molina; Universidad Santiago de Cali
15:00-15:20	OBRENCIÓN DE UN CATALIZADOR HETEROGÉNEO ECOLÓGICO A PARTIR DE ESCAMAS DE TILAPIA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODISEL; Iván Sandobal Salazar; Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano- SENA- Huila
15:20-15:40	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	APLICACIÓN DE MEJORAS A LA ESTUFA TIPO HUELLAS, EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR; Juan Carlos Osorio; Centro de Operación y Mantenimiento Minero SENA- Cesar
16:00-16:20	DETECCIÓN DE OCRATOXINA EN CAFÉ POR VOLTAMPEROMETRÍA Y HPLC CON DETECTOR DE FLUORESCENCIA A TRAVÉS DE LA OPTIMIZACIÓN ESTEQUIOMETRÍA DE LA HIDRÓLISIS ÁCIDA DEL METABOLITO; Diomer Hernán Aristizábal Buitrago; Centro para la Formación Cafetera- SENA- Caldas
16:20-16:40	EVALUACIÓN DE LA PRUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE NOPAL A ESCALA DE LABORATORIO; Johanna Alexandra Gómez Santos; Centro Industrial de Mantenimiento Integral –SENA- Santander
16:40-17:00	GESTIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA RENOVABLE IMPLEMENTANDO IOT; Nelson Giovanni Agudelo Cristancho; Centro de Gestión de Mercados, Logística y TIC's- SENA- Distrito Capital
17:00-17:20	SÍNTESIS, SEPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ETILENGLICOL-RICINOLEATO; Carlos David Valencia Eraso; Universidad Nacional, Manizales-Colombia
17:20-18:00	<b>WORKSHOP 2</b>

ESCENARIO 4	
TEMÁTICAS	Nanotecnología Biotecnología
14:00-14:20	EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE UNA SOLUCIÓN COLOIDAL DE NANOPARTÍCULAS HIERRO ZERO VALENTO USANDO EXTRACTOS VEGETALES PARA REMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE PROCESOS INDUSTRIALES; William Ricardo Pineda Bolívar; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
14:20-14:40	FORMACIÓN DE NANOEMULSIONES DE ACEITE ESENCIAL DE NARANJA Y SU USO EN LA VEHICULIZACIÓN DE CURCUMA; Cristian Camilo Villa Zabala; Universidad del Quindío
14:40-15:00	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS NANO ESTRUCTURADAS DE DIÓXIDO DE TITANIO PARA SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES; Ángela Peña días; Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial –SENA- Soacha- Cundinamarca
15:00-15:20	MICROPROPAGACIÓN DE Ceroylan Alpium Bonpl. EX Dx. (Arecaceae) A PARTIR DE EMBRIONES CIGÓTICOS; Stefany Serna Toro; Centro Agroindustrial - SENA- Armenia-Quindío
<b>15:20-15:40</b>	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	PRODUCCIÓN DE AMILASAS N MEDIOS DE CULTIVO LÍQUIDO A PARTIR DE RESIDUOS DE CÁSCARAS DE PLÁTANO HARTÓN (Musa paradisiaca) Y YUCA (Manihot esculenta) INOCULADOS CON UN AISLAMIENTO DE Bacillus subtilis amyloliquefaciens; Leidy Katherine Ortiz León y Johan Santiago Barrero; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
16:00-16:20	SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC (ZnO) Y PLATA (Ag) UTILIZANDO EXTRACTOS VEGETALES DE ALOE VERA L. Y Allium Sativum L.; Migdalia García Folleco; Centro Industrial y de Desarrollo EMPRESARIAL- SENA- Soacha- Cundinamarca
16:20-16:40	ANÁLISIS DE LIGNINA Y CELULOSA EN EL ALIMENTO Y LAS HECEC DE LA ISÓPTERA Cryptotermes brevis; Juan Sebastián Ramírez Navas; Universidad del Valle
16:40-17:00	ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE BIODEGRADABILIDAD DE UN MATERIAL PARA LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES INDUSTRIALES; Pedro Rodríguez Sandoval; Centro de Materiales y Ensayos SENA- Bogotá- Distrito Capital
17:00-17:20	EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN TEXTILES EMPLEANDO NORMAS JILS 1902 E ISO 20743; Laura María Muñoz Echeverri; Centro Textil y de Gestión Industrial – SENA- Antioquia
<b>17:20-18:00</b>	<b>WORKSHOP 4</b>

# DÍA 2

AUDITORIO A	
8:00-8:45	APROVECHAMIENTO Y VALORIZACION DE RESIDUOS DE LA AGROINDUSRIA COLOMBIANA POR MEDIO DE LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DE ALTO VALOR AGREGADO EMPLEANDO TECNOLOGÍAS VERDES: Henry Isaac Castro Vargas; Universidad Libre Bogotá
8:45-9:30	DISEÑO PARA LA RECUPERACIÓN Y VALORIZACIÓN DE MOLÉCULAS: DESAFÍOS PARA LA QUÍMICA EN LA ECONOMÍA CIRCULAR; Fernando Luna Vera; Centro Nacional de Asistencia Técnica a la industria ASTIN- Regional Valle-SENA
9:30-10:15	TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DE VALOR AGREGADO A PARTIR DE LA Coffea arábica; QB Deborah Pellecer; CAS-Chemical Abstracts Service
10:15-10:30	CAFÉ
10:30-11:15	CAPTURA Y VALORIZACIÓN DE CO2; Siby Inés Garces; Directora centro de investigación Facultad de Ingeniería Universidad Libre Bogotá
11:15-12:30	ULTIMOS AVANCES EN INSTRUMENTACIÓN ANALÍTICA DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS PARA LOS ANÁLISIS A NIVEL DE TRAZAS MÁS DEMANDANTES; Jan André Rojas Stutz; QUIMICONTROL
AUDITORIO B	
8:00-8:45	BARRAS DE GFRP: COMPLEMENTO EN EL REFUERZO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO: Andrés Alberto Bonilla Roa; ARMASTEK COLOMBIA SAS-CAMACERO
8:45-9:30	EL ACERO EN LA INDUSTRIA PRODUCTIVA; Johnny Frankiln Obando Baquero; Tratamientos Ferrotermicos S.A.S
9:30-10:15	NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY PAST, PRESENT AND FUTURE; Julie Paulin Vanegas; Institute- kent State University (ESTADOS UNIDOS)
10:15-10:30	CAFÉ
10:30-11:15	APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PROCESO: ABRIENDO LA CAJA NEGRA"; Carlos Arturo Martínez Rioscos; Director del instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia Bogotá- Consejo Profesional de Ingeniería química CPIQ
11:15-12:30	BENEFICIOS AMBIENTALES EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS CON LA TECNOLOGÍA PLASTICOMBUSTIBLES; Gustavo Salazar Molina Ingeniero Agrónomo, Especialista en Educación Ambiental; Directos Comercial PlastiCombustibles; QUIMICONTROL

ESCENARIO 1	
TEMÁTICAS	Química aplicada al proceso productivo del café <b>Química industrial</b> <b>Química Agroindustrial</b>
14:00-14:20	EVALUACIÓN DE FERTILIZANTES COMPLEJOS SIMPLES CON AGREGADOS ÓRGANO-MINERALES (CACO 3 + MO) SOBRE PARÁMTROS DE PRODUCCIÓN EN CULTIVOS DE CAFÉ Coffea arábica EN EL MUNICIPIO PITALITO HUILA; Tecnoparque Agroecológico Yamboro SENA
14:20-14:40	DISEÑO DE UNA MEMBRANA A BASE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES, QUE RETENGA LA CARGA ORGÁNICA E INORGÁNICA Y REMUEVA EL COLOR PRESENTE EN LAS AGUAS GENERADAS DE LOS PROCESOS TEXTILES; Juan Manuel Díaz Barragán; Centro de Manufactura en Textil y Cuero-SENA
14:40-15:00	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE DEGRADACIÓN BAJO CONDICIONES CONTROLADAS PARA PESTICIDAS DE USO COMÚN EN CULTIVO DE AGUACATE HASS; Juan Manuel Quiceno Rico; Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación- SENA
15:00-15:20	DESARROLLO DE DOS PRODUCTOS A BASE DE CAFÉ DIFERENCIADO CON INGREDIENTES NATURALES Y PROPIEDADES FUNCIONALES; Víctor Manuel Zarate Acosta; Centro para la Formación Cafetera- SENA - Caldas
15:20-15:40	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	CUANTIFICACIÓN DE ALGUNOS NUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES PRESENTES EN LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE Coffea arábica; Jaquelin Mojica Gómez; Centro de Gestión Industrial-SENA- Bogotá- Distrito Capital
16:00-16:20	EVALUACIÓN DE LOS COMPUESTOS MINORITARIOS Y ANÁLISIS SENSORIAL DE Coffea arábica var Caturra CULTIVADO EN TRES DIFERENTES RANGOS ALTITUDINALES; Jennifer Tatiana Cruz; Universidad de la Amazonia- Centro de Formación Agroindustrial- SENA
16:20-16:40	ESTUDIO DE LA RELACIÓN DEL TIEMPO CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MORFOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DE RECUBRIMIENTOS DE VIDRIOS BIOACTIVOS OBTENIDOS POR EVAPORACIÓN TÉRMICA; José Miguel Fuertes; Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN
16:40-17:00	CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO FITOQUÍMICO PRELIMINAR DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE Kalanchoe daigremontiana; José Steven Cardozo Pinzón; Universidad del Quindío
17:00-17:20	LA IMPRESIÓN 3D INTEGRADA A LA DUNDICIÓN TRADICIONAL DE METALES COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR JOYERÍA; Leidy Yaneth Vega Rodríguez; Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Servicio Nacional de Aprendizaje, Itagüí- Colombia
17:20-18:00	<b>WORKSHOP 5</b>

ESCENARIO 2	
<b>TEMÁTICAS</b>	<p>Química aplicada al proceso productivo del café</p> <p><b>Química industrial</b></p> <p><b>Química Agroindustrial</b></p>
<b>14:00-14:20</b>	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA TORTA RESIDUAL A PARTIR DE RESIDUOS PS COSECHA, ALMIDÓN DE ÑAME Y PLÁTANO PARA USO DE REMEDIACIÓN EN AGUAS CONTAMINADAS; Erik José Arias Coronel; Centro para la Industria Petroquímica- SENA
<b>14:20-14:40</b>	TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA DE LA LIMONARIA ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) PARA LA OBTENCIÓN DE BEBIDAS ANTIOXIDANTES HIPOCALÓRICAS; Lisbeth Olmos Blanquicett; Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial- SENA- Atlántico
<b>14:40-15:00</b>	PERFIL DE RIESGO DE UN CONSERVANTE EN NÉCTARES, REFRESCOS Y BEBIDAS A BASE DE JUGO O ZONUMO DE FRUTAS DISTRIBUIDOS EN BOGOTÁ; María Patricia Chaparro; Universidad de la Salle
<b>15:00-15:20</b>	OBTENCIÓN DE UN ATRAYENTE PARA LA CAPTURA Y MONITOREO DE LA PLAGA CUARENTENARIA <i>Heilipus lauri</i> BOHEMAN (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL CULTIVO DE AGUACATE <i>Persea americana MILLER</i> CV HASS DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO (COLOMBIA); Ana Lorena Romero; Tecnoparque Nodo Rionegro- Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación- SENA - Antioquia
<b>15:20-15:40</b>	<b>CAFÉ</b>
<b>15:40-16:00</b>	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE PECTINA FUNCIONALIZADO CON EXTRACTOS DE PLANTAS EN LA CALIDAD DE FRESAS; Jonatán Valencia Payan; Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios- SENA- Huila
<b>16:00-16:20</b>	EFFECTO DEL 1-MCP Y TEMPERATURAS DE REFRIGERACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO POS COSECHA DE PITAHAYA ( <i>Selenicereus megalanthus</i> haw); Yuli Alexandra Deaquiz; Fundación Universitaria Juan de Castellanos- Tunja
<b>16:20-16:40</b>	OBTENCIÓN DE ACEITE A PARTIR DE SEMILLAS DE GUANÁBANA; Walter Hernando Pérez Mora; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
<b>16:40-17:00</b>	ELABORACIÓN DE BIORRECUBRIMIENTO COMESTIBLE PARA CÁRNICOS COMO ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN Y CONDIMENTO NATURAL; Camila Andrea Ubaque Beltrán; Centro Nacional de Hotelería Turismo y Alimentos- SENA-Bogotá
<b>17:00-17:20</b>	BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR AGROQUÍMICOS; Juan Manuel Quiceno Rico; Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación- SENA - Antioquia
<b>17:20-18:00</b>	<b>WORKSHOP</b>

ESCENARIO 3	
TEMÁTICAS	<b>Química aplicada al proceso productivo del café</b> <b>Química industrial</b> <b>Química Agroindustrial</b>
14:00-14:20	DESARROLLO DE UN SENSOR DE AMONIO CON BASE EN ANTOCIANINAS DE MORA ( <i>Rubus glaucus</i> ) MEDIANTE ELECTRODOS INTERDIGITADOS DE COBRE Y FR-4; Carlos Hernando Niño Riveros; Tecnoacademia nodo Cazucá-SENA- Cundinamarca
14:20-14:40	DISEÑO DE PROTOTIPO DE FERMENTADORA DE CACAO TIPO TAMBOR ROTATORIO CON USO DE ENERGÍA SOLAR; Rafael Guillermo Arzuaga Mejía; Tecnoparque Nodo Valledupar
14:40-15:00	FUNCIONALIZACIÓN DE BAGAZO DE AÑA DE AZÚCAR CON ANHÍDRIDO MALEICO UTILIZANDO EL MÉTODO DE RADIACIÓN MICROONDAS; Elizabeth Wagner Andrade; Universidad del Valle
15:00-15:20	CARACTERIZACIÓN DEL ALMIDÓN RESIDUAL AGROINDUSTRIAL DE PAPA Y SU APROVECHAMIENTO PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS OXOBiodegradables EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ; Paola Andrea Vargas Moreno; Centro Minero- SENA - Boyacá
15:20-15:40	
15:40-16:00	
16:00-16:20	FABRICACIÓN DE MADERA PLÁSTICA A PARTIR DE CÁSCARA DE CACAO Y MATRIZ POLIMÉRICA; Karen Fabara Y Nicolás Escobar; Centro de la Industria, la Empresa Y los servicios- SENA- Huila
16:20-16:40	MEZCLA RECUPÉS UNA ALTERNATIVA AL FORMALDEHÍDO PARA LA FIJACIÓN Y PRESERVACIÓN DE PIEZAS ANATÓMICAS; Laura Mrín Ocampo; Tecnoparque Nodo Pereira
16:40-17:00	OBTENCIÓN DE CARBURO DE TITANIO MEDIANTE EL RECICLAJE DE VIRUTAS DE CORTE; Andrés Fernando Gil Plazas; Centro de Materiales y Ensayos- SENA- Distrito Capital
17:00-17:20	PRÁCTICAS ACADÉMICAS VERDES PROPUESTA INNOVADORA EN EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD; Lina María Jaramillo Echeverry; Universidad la Gran Colombia
17:20-18:00	<b>WORKSHOP</b>

ESCENARIO 4	
TEMÁTICAS	<p>Química aplicada al proceso productivo del café</p> <p>Química industrial</p> <p>Química Agroindustrial</p>
14:00-14:20	ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESNCIAL Y EXTRACTOS DE Ruta graveolens L. SOBRE Ralstonia solanacearum RAZA 2; Andrés Felipe Hoyos Roldán; Centro Agroindustrial- SENA- Armenia- Quindío
14:20-14:40	APLICACIONES DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS EN EL TRATAMIENTO DEL CÁNCER; Diego Fernando Coral; Institución Universitaria CESMAG, Pasto- Colombia
14:40-15:00	EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIAL DE NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO (TiO <sub>2</sub> ), PARA LA INHIBICIÓN DEL HONGO Fusarium EN CULTIVOS DE PALMA AFRICANA; Samuel Alejandro Monclou Salcedo; Universidad Pontificia Bolivariana
15:00-15:20	NANOFORMULACIÓN LA BASE DE LOS ÁCIDOS GRASOS DHA( DOCOSAHEXANOICO) Y EPA (EICOPENTAENOCIO) Y SU EFECTO EN LINAJE TUMORAL DE MAMA; Débora Santos; Universidad de Brasilia (UnB)- Brasil
15:20-15:40	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	ELIMINACIÓN DE CIPERMETRINA USANDO NANOPARTÍCULAS DE Fe-TiO <sub>2</sub> SOPORTADAS SOBRE ESPATA DE PALMA DE COCO EN UN REACTOR SOLAR DE PLACA PLANA; Ricardo Solano Pizarro; Universidad de Cartagena, Cartagena- Colombia
16:00-16:20	SÍNTESIS DE NANO CELULOSA A PARTIR DE ARMEROS DE MAÍZ PARA US POSIBLE USO EN EL DESARROLLO DE NANO ESTRUCTURAS; Juan Zarate Moreno; Centro de Mmanufactura en Textil y Cuero- SENA- Bogotá- Distrito Capital
16:20-16:40	OBTENCIÓN DE NANOCELULOSA A PARTIR DE RESIDUOS DE HOJA DE PIÑA POR EL MÉTODO DE HIDRÓLISIS ÁCIDA COMBINADO CON RADIACIÓN ULTRASONIDO; Marcelo Alenxander Guancha Chalapud; Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN- SENA- Cali- Valle
16:40-17:00	IDENTIFICACIÓN DE CODONES Y RESIDUOS EN SECUANCIAS DE NUCLEÓTIDOS DE ADN UTILIZANDO PYTHON PARA LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA; Carlos Hernando Niño Riveros; Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial- SENA- Soacha- Cundinamarca
17:00-17:20	MODIFICACIONES DE BAJO COSTO EN MEDIOS DE CULTIVO APLICADAS A LA CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA Y PRODUCCIÓN IN-VITRO DE ORQUÍDEAS; Juan Manuel Salgad; SENA Tecnoparque Nodo Pereira 1- SENA- Pereira
17:20-18:00	<b>WORKSHOP</b>

## DÍA 3

AUDITORIO A	
8:00-8:45	RESOLUCIÓN 2581 DE 2017 MEDIANTE LA CUAL SE ADOPTAN EN COLOMBIA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LA OCDE: Nelson Andrés Rivera R; Ministerio de Comercio, Industria Y Turismo
8:45-9:30	ELECTRO-OXIDACIÓN UNA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES; Ricardo Enrique Palma Goyes; Universidad de Antioquía
9:30-10:15	QUÍMICA VERDE; Jeffrey León Pulido; Director Departamento de Procesos; Universidad EAN
<b>10:15-10:30</b>	<b>CAFÉ</b>
10:30-11:15	ANÁLISIS DEL PERFIL DE VOLÁTILES EMITIDO EN FRUTOS DE TOMATE TIPO CHONTO Y TIPO CEZA COMERCIALIZADOS EN EL EJE CAFETERO; Lina María Londoño Giraldo; Universidad de Caldas
11:15-12:30	MÉTODO MODERNO PARA LA DETERMINACIÓN DE TERPENOS EN CANNABIS MEDICINAL POR GC-QQQ; Jesús Enrique Acedo Alberto; Consultor técnico KHYMOS S.A
AUDITORIO B	
8:00-8:45	DESPOLIMERIZACIÓN CATALITICA DE RESIDUOS PLÁSTICOS PARA SU APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO; Daniel Chivatá Trompetero Ingeniero Químico; Ingeniero de Procesos PlastiCombustibles; Dr. Calderón Labs
8:45-9:30	
9:30-10:15	¿NANO QUÉ? ¿NANO-(R)EVOLUCIÓN!; Jairo Giraldo Gallo; Profesor titular en Universidad Nacional de Colombia- Bogotá
<b>10:15-10:30</b>	<b>CAFÉ</b>
10:30-11:15	RECICLAJE TERCIARIO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO (ICOPOR) EPS; David Gutiérrez Mora Ingeniero Químico Ingeniero de Procesos PlastiCombustibles; Dr. Calderón Labs
11:15-12:30	PRODUCCIÓN DE UN PATRÓN DE THC A PARTIR DE MATERIAL VEGETAL DE Cannabis sativa L. EN COLOMBIA. Production of THC standard from plant material of Cannabis sativa L. IN Colombia; Ada Carolina Gallo; Fiscalía General de la Nación

ESCENARIO 1	
TEMÁTICAS	<b>Química aplicada al proceso productivo del café</b> <b>Química industrial</b> <b>Química Agroindustrial</b>
14:00-14:20	EVALUAR LA INOCUIDAD PARA LA MADERA DE CAFÉ COMO EMPAQUE EN LOS PROCESOS DE MADURACIÓN DE BEBIDAS ALCOHOLICAS; Víctor Manuel Zarate Acosta; Centro para la Formación Cafetera- SENA
14:20-14:40	TRATAMIENTO DE LAS AGUAS MIELES DEL CAFÉ UTILIZANDO OZONO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA A LAS VERTIENTES; John Jairo Cardona Londoño; Centro de Agroindustrial- SENA- Quindío
14:40-15:00	CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN CAFÉ ESPECIAL VARIEDAD CASTILLO Coffea arábica BAJO DIFERENTES PROCESOS DE FERMEN-TACIÓN; Johanna Marcela Acosta; Centro de los Recursos Naturales Renovables, La Salada- Caldas- SENA
15:00-15:20	USO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE CAFÉ PARA LA OBTENCIÓN DE PECTINA; Walter Hernando Pérez Mora; Centro de Gestión Industrial- SENA – Bogotá- Distrito Capital
<b>15:20-15:40</b>	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	RECUBRIEMENTOS DE SUSTRATOS DE ACERO, COBRE Y ZINC MEDIANTE OXIDACIÓN ELECTROLÍTICA CON PLASMA PARA LA REDUCCIÓN DE Cr(VI); John Alexander García Giraldo; Universidad del Quindío
16:00-16:20	PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA DE ABONO A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL COMPLEJO PALOQUEMAO SENA; Sergio Alejandro Pedraza; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
16:20-16:40	EFFECTO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y MINERAL EN LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE SEMILLAS DE UINUAS (Chenopodium quinoa willd) EN BOYACÁ; Miguel Ángel García Parra; Universidad del Cauca

ESCENARIO 2	
TEMÁTICAS	<b>Química ambiental</b> <b>Química de alimentos</b>
14:00-14:20	CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE PRODUCTOS PANIFICABLES INCORPORADO CON HARINA DE MORINGA ( <i>Moringa oleífera</i> ); Lilia Margarita Almanza Mercado; Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial- SENA- Atlántico
14:20-14:40	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL RETAMO ESPINOSO COMO AGENTE COAGULANTE PARA EL TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES; Javier Enrique Santana; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá
14:40-15:00	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN FRUTOS DE MORA ( <i>Rubus sp</i> ), UNA ESTRATEGIA PARA LA PROYECCIÓN DE ESPECIES LOCALES EN LA AGROINDUSTRIA; Moreno Medina Brigitte Liliana; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja- Colombia
15:00-15:20	INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR EN EL DESARROLLO DEL FRUTO DEL PEPINO COHOMBRO ( <i>Cuhumis sativus l.</i> ) EN EL MUNICIPIO DE EL ESPINAL TOLIMA; Cindy Carolina Gámez Ávila; Centro Agropecuario La Granja- SENA – Tolima
15:20-15:40	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	EVACUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UNA CARNE TIPO HAMBURGUESA ELABORADA A BASE DE CARNERO CON INCLUSIÓN DE CLORURO DE POTASIO Y FIBRA DE COLÁGENO; Yaceris Mercedes Castro Escoria; Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial- SENA- Atlántico
16:00-16:20	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN NÉCTAR OBTENIDO A PARTIR DEL YACÓN ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ), PERA ( <i>Pyrus communis L.</i> ) Y STEVIA ( <i>Stevia rebaudiana</i> ); Yaceris Mercedes Castro Escoria; Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial- SENA- Atlántico
16:20-16:40	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE HARINA DE FRÍJOL CAUPI ( <i>Vigna unguiculata L. walp</i> ) EN LA ELABORACIÓN DE TORTAS MAGDALENAS ; Lilia Margarita Almanza; Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial- SENA- Atlántico
16:40	EVA

ESCENARIO 3	
TEMÁTICAS	<p><b>Química analítica</b>  <b>Formación en química</b>  <b>Energías limpias y energías alternativas</b>  <b>Aprovechamiento y valorización de residuos</b>  <b>Innovación en materiales para la Industria</b>  <b>Ciencia y Tecnología avanzada con potencial de aplicación industrial</b></p>
14:00-14:20	ELABORACIÓN DE PELÍCULAS A BASE DE QUITOSANO Y ALCOHOL POLIVINÍLICO PLASTIFICADAS CON GLICEROL Y ACEITE DE GIRASOL PARA APLICACIÓN EN RECUBRIMIENTOS DE ALIMENTOS; Yulieth Patricia Ramos Londoño; Universidad de Cartagena
14:20-14:40	PREPARACIÓN DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES BASADAS EN ALMIDONES COLOMBIANOS MODIFICADOS DE Ipomoea batatas, Manihot esculenta, Dioscorea rotundata y Zea mays; Ricardo Solano Pizarro; Centro de Comercio y Servicios, Cartagena- SENA- Bolívar
14:40-15:00	DISEÑO DE UN BIOCOMPOSITE DE MATRIZ POLIMÉRICA EMPLEANDO COMO REFUERZO RESIDUOS CONVENCIONALES; Juan Pablo Medina; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
15:00-15:20	OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE BIOPOLÍMEROS TALES COMO ALMIDÓN, FIBRA Y PECTINA COMO ALTERNATIVA PARA LA ELABORACIÓN DE DIFERENTES EMPAQUES; María Camila Duarte Bermejo; Centro Industrial y del Desarrollo Tecnológico- SENA – Santander- Barrancabermeja
15:20-15:40	<b>CAFÉ</b>
15:40-16:00	OBTENCIÓN DE BIOPOLÍMERO TERMOPLÁSTICO A PARTIR DE ÁCIDO POLILÁCTICO (APL) DE ALMIDÓN DE PAPA RESIDUAL Y MUCILAGO DE NOPAL; Helena Victoria Daza Lagos; Centro Minero- SENA- Sogamoso- Boyacá
16:00-16:20	SÍNTESIS DE UN POLIURETANO UREA (PUU) ELASTÓMERO A PARTIR DE UN PRE POLÍMERO BASADO EN 4,4-DIISOCIANATO DE DIFENILMETANO; Carlos David Valencia Eraso; Universidad Nacional de Colombia- Manizales
16:20-16:40	INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS Y EL PORCENTAJE DE ADITIVOS SOBRE LA CONTRACCIÓN DE LA PIEZA MOLDEADA; Julio Gregorio Blanco Beltrán; Centro Metalmecánico- SENA- Bogotá- Distrito Capital

ESCENARIO 4	
TEMÁTICAS	Nanotecnología Biotecnología
14:00-14:20	SÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA EN NANOEMULSIONES UTILIZANDO ACEITE ESENCIAL DE CITRONELA ( <i>Cymbopogon nardus</i> ) COMO AGENTE REDUCTOR; María José Arenas Muñetón; Universidad del Quindío
14:20-14:40	OBTENCIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE LA MICROALGA <i>Chlorella sp</i> ; Magaly Sánchez y Johanny López; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
14:40-15:00	OBTENCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO A PARTIR DE BACTERIAS AISLADAS DE SUELOS; Sandra Patricia Chaparro Acuña; Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia
15:00-15:20	ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ EXTRACELULAR DE ESPINACA CON NANOPARTÍCULAS DE ORO QUE PERMITA SOLUCIONAR PROBLEMAS CARDIOVASCULARES; Lina Angélica Ubaque Buitrago; Centro Industrial y del Desarrollo Empresarial- SENA – Soacha- Cundinamarca
15:20-15:40	CAFÉ
15:40-16:00	PRODUCCIÓN DE CELULASAS A PARTIR DE RESIUDOS AGROINDUSTRIALES (BAGAZO DE CAÑA Y TALLOS DE FLORES) EN MEDIO LÍQUIDO PRODUCIDAD POR <i>Bacillus subtilis amyloliquefaciens</i> ; Leidy Katherine Ortiz León y Johan Santiago Barrero Moreno; Centro de Gestión Industrial- SENA- Bogotá- Distrito Capital
16:00-16:20	DESCONTAMINACIÓN DE CULTIVOS DE MICROALGAS MEDIANTE TRATAMIENTO CON COCTEL DE ANTIBIÓTICOS Y ANTIFÚNGICOS; Paola Gisset Duarte; Centro Industrial y del Desarrollo Empresarial- SENA – Soacha- Cundinamarca
16:20-16:40	EVALUACIÓN DE UNA SUSPENSIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITANIO CON INCORPORACIÓN DE PLATA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTAS DE ESPINACA ( <i>Spinaca oleracea</i> ); Benyi Juliana Marin Gallego; Universidad del Quindio

# **1. Aprovechamiento y valorización de residuos**



Fotos tomadas por: Javier Enrique Santana  
funcionario del SENA

## **Fabricación de madera plástica a partir de cáscara de cacao y matriz polimérica**

***Manufacture of plastic wood from cocoa mask and polymeric matrix***

***Fabricação de madeira plástica de máscara de cacau e matriz polimérica***

**Manuel Alejandro Benachi Osorio**

**Castaño López A.D.**

Tecnoacademia, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Servicio Nacional de Aprendizaje, Neiva - Colombia

**Karen Viviana Fabara Hernández**

Tecnoparque, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Servicio Nacional de Aprendizaje, Neiva - Colombia

**Nicolás Mauricio Escobar Narváez  
Osorio Mejía J.O.**

Tecnoparque, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Servicio Nacional de Aprendizaje, Neiva - Colombia  
Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Tecnólogo en Diseño de Productos Industriales, Servicio Nacional de Aprendizaje, Neiva - Colombia

### **PALABRAS CLAVE**

Material compuesto, madera plástica, cáscara de cacao, matriz polimérica, biomateriales.

## RESUMEN

En el Huila la agricultura constituye unas de las principales actividades económicas, sin embargo, se generan subproductos no utilizados que contribuyen en gran medida a la contaminación, lo anterior sumado a la creciente preocupación por la producción mundial de plástico que a la fecha ascendió a 322 millones de toneladas y se cree que en el 2050 puede llegar a ser el cuádruple. Para mitigar el impacto negativo de estos residuos, en el presente trabajo, se fabricó un material compuesto de matriz polimérica, consistente en polietileno de baja densidad (PEBD) de origen reciclado y cáscara de cacao (CC) como refuerzo. Se recolectó cáscara de cacao proveniente del Centro La Angostura en Campoalegre (SENA), Gigante y Garzón. Las fibras naturales fueron extraídas del material residual de la cáscara de cacao, mediante corte, molienda y posterior secado en horno a 150°C entre 120 a 168 horas hasta alcanzar un porcentaje de humedad promedio del 13%, la molienda en martillo permitió la obtención de polvo de cacao para la medición de pH, obteniendo un promedio de 5,6. Los análisis microscópicos en SEM, mostraron un compuesto biológico apropiado para conjugación con una matriz polimérica debido a su alta porosidad y segmentos fibrosos.

La composición del material en proporción fue 30:70 CC/ PEBD (peso/peso) para cáscaras tamizadas usando mallas #20#30 y #40#50#60, se evaluó la resistencia a tracción de acuerdo a la norma ASTM D3039-17 mostrando valores de esfuerzo máximo entre 8 y 13 [MPa]. Para el PEBD sin contenido de cáscara, los valores de esfuerzo máximo se encuentran alrededor de 16 [MPa]. Finalmente, se concluye que el material compuesto se proyecta como materia prima para la elaboración de bioproductos y

sustituto de madera, también plantea una alternativa de uso de residuos, lo que genera una reducción en el impacto ambiental y adicionalmente una fuente adicional de ingresos para los cultivadores de cacao de la región.

## ABSTRACT

*In the Department of Huila, agriculture is one of the major economic activities, however, unused byproducts are generated which contributes to a great extent to pollution, this added to the growing concern for the world production of plastic that to date has increased to 322 million tons and it is believed that in 2050 it can be quadruple. In order to mitigate the negative impact of these residues, in the present work, a polymeric matrix composite material was made, consisting of low density polyethylene (LDPE) of recycled origin and Cocoa Shell (CS) as reinforcement. Cocoa shell was collected from La Angostura Center in Campoalegre (SENA), Gigante and Garzón. The natural fibers were extracted from the residual material of the cocoa shell, by cutting, grinding and subsequent drying in an oven at 150°C between 120 to 168 hours until reaching an average percentage humidity of 13%. hammer milling allowed to obtain dust of cocoa for pH measurement, obtaining an average of 5.6. The microscopic analysis in SEM, showed a biological compound suitable for conjugation with a polymeric matrix due to its high porosity and fibrous segments, likewise, analyzes were performed on the faults of the tested bodies.*

*The composition of the biopolimeric material in proportion was 30:70 CS / LDPE (weight / weight) for husks screened using meshes # 20 # 30 and # 40 # 50 # 60, the tensile strength was evaluated according to ASTM D3039-17 showing maximum stress values between 8 and*

13 [MPa]. For LDPE without shell content, maximum stress values are around 16 [MPa]. Finally, it is concluded that the composite material is projected as raw material for the production of bioproducts and wood substitute, it also proposes an alternative use of waste, which generates a reduction in the environmental impact and additionally an additional source of income for the cocoa growers of the region.

## RESUMO

No departamento do Huila a agricultura constitui uma das principais atividades da economia, porém, geram-se resíduos não utilizados que contribuem para a poluição, o anterior somado com as preocupações crescentes sobre a produção global de plástico atualmente ascendia a 322 milhões de toneladas e acredita-se que em 2050 pode se tornar quatro vezes. Para mitigar o efeito negativo destes resíduos, no presente trabalho, foi desenvolvido um material compósito de matriz polimérica que consiste de polietileno de baixa densidade (PEBD) e concha cacau de origem reciclado (CC) como reforço. A casca de cacau foi coletada no Centro La Angostura em Campoalegre (SENA), Gigante e Garzón. As fibras naturais foram removidas a partir do material residual de casca de cacau, por corte, moagem e subsequente secagem num forno a 150 ° C durante 120 a 168 horas a uma percentagem de umidade médio de 13%, moagem martelo permitiu a obtenção de pó de cacau para medição de pH, obtendo uma média de 5,6. A análise microscópica em MEV mostrou um composto biológico adequado para conjugação com uma matriz polimérica devido a sua alta porosidade e segmentos fibrosos.

A composição do material em proporção foi de 30:70 CC / PEBD (peso / peso) para as cascas selecionadas com malhas # 20 # 30 e # 40 # 50 # 60, a resistência à tração foi avaliada de acordo com a norma ASTM

*D3039-17, observou-se valores máximos de tensão entre 8 e 13 [MPa]. Para o PEBD sem conteúdo de casca, os valores máximos de tensão são em torno de 16 [MPa]. Conclui-se que o material compósito é projetado como matéria-prima para a produção de produtos de base biológica e substitutos da madeira, além, colocasse um uso alternativo de resíduos, que gera redução do impacto ambiental e adicionalmente uma fonte adicional de renda para os cacauzeiros da região*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barazarte, H., Sangronis, E., & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 58(1), 64-70.
- Cedano, P., Simón, H., Rolando Franco, S., Ramirez Urbina, C. C., Villanueva Benites, S., & Zapata Carrasco, A. P. (2018). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú.
- Delgado, O. F., & Medina, J. A. (2003). Extrusión de perfiles espumados de madera plástica. *Revista de Ingeniería*, (18), 56-63.
- García, Á., Amado, M. G., Campbell, H. E., Brito, R. A., & Toscano, L. (2013). Madera plástica con paja de trigo y matriz polimérica. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(3), 26-37.
- Padrón, G. Arias, E.M., Romero, G. J., Benavides M. A., Zamora, R. J., & García, R. S. P. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola: Propiedades físicas y de biodegradabilidad. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(2), 156-164.

# Funcionalización de bagazo de caña de azúcar con anhídrido maleico utilizando el método de radiación microondas

*Functionalization of sugar cane bagasse with maleic anhydride using method microwave radiation*

*Funcionalización de bagaço de cana de açúcar com anidrido maleico usando microondas radiação método*

**Galvez J.**

Universidad del Valle, Doctorado en Ciencias Químicas, Cali - Colombia

**Elizabeth Wagner**

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – ASTIN, Tecnólogo en Análisis de Materiales, Servicio Nacional de Aprendizaje Cali – Colombia

**Diego Barrera**

**Valentina Ipia**

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – ASTIN, Tecnoacademia – Línea de Biotecnología, Cali- Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Microondas, bagazo de caña, anhídrido maleico.

## RESUMEN

La industria azucarera en el Valle del Cauca genera grandes volúmenes de desechos de bagazo de caña, este desperdicio actualmente se utiliza para generar energía. En efecto, esta aplicación es considerada de bajo valor, dada la importancia de este recurso como fuente biológica de fibras vegetales, las cuales se pueden utilizar como fibras de relleno en compuestos poliméricos. Estos rellenos a base de fibras vegetales proporcionan ventajas como baja densidad, bajo costo por unidad de volumen y biodegradabilidad. Independientemente del tipo de polímero que se utilice para la obtención del material compuesto, se necesita una unión estable entre la matriz del polímero y la fibra lignocelulósica.

La fibra de bagazo de caña, se utiliza en su forma nativa pero presenta baja adhesión con la matriz polimérica y el material compuesto resultante es vulnerable a ataques ambientales que reducen la vida útil del producto. Generalmente, la solución al problema planteado es la modificación química de la fibra, utilizando diferentes anhídridos cíclicos tales como maleico, succínico, glutárico y ftálico en disolventes orgánicos. En estas reacciones, es necesaria la separación y eliminación adecuada de los efluentes, debido a la naturaleza tóxica y corrosiva de los disolventes.

Además, el producto obtenido necesita proceso de purificación adicional que hace que todo el proceso lleve mucho más tiempo. Por lo tanto, para la modificación de la biomasa lignocelulósica, actualmente se buscan procesos en los que no se utilicen solventes y al mismo tiempo puedan ser escalables. En este sentido, usar radiación por microondas, es una alternativa viable, principalmente

por la velocidad con la que la mezcla puede ser calentada y las altas temperaturas que fácilmente son obtenibles en la reacción en corto tiempo.

Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo obtener fibras de bagazo de caña modificadas con anhídrido maleíco utilizando radiación por microondas para su posible utilización como refuerzo en matrices con ácido poliláctico. El proceso de caracterización para verificar la modificación química se realizó por (FTIR), (TGA) y titulación potenciométrica para determinar el grado de funcionalización. Se han desarrollado procesos de modificación química en rangos de 5 y 10 minutos a una potencia de 310 y 465 watts a tres relaciones 1:0,3, 1:0,5 y 1:1 bagazo - anhídrido maleico. Los resultados parciales indican que, a cinco minutos, a una potencia de 465 watts y relación 1:05 bagazo - anhídrido maleíco presentan una mayor modificación química, debido a los resultados del valor ácido (0,000420868 nCOOH) y el grado de sustitución obtenido ((DS) de 0,428870842). Así mismo, los espectros FTIR mostraron bandas característicos de la celulosa, hemicelulosa y lignina, típicos de las fibras vegetal y la banda alrededor 1728  $\text{cm}^{-1}$  que corresponden al grupo funcional carbonilo C=O por la presencia de grupos presentes en el fragmento del anhídrido maleíco. Por otro lado, los resultados del análisis termogravimétrico muestran que los valores del punto de degradación para cada una de las muestras funcionalizadas son menores comparados con la temperatura de degradación de la fibra, que tuvo un valor de 324 °C; por lo tanto, las temperaturas de degradación para la fibra funcionalizada disminuyen, es decir que el material muestra una mayor degradabilidad.

## ABSTRACT

*The sugar industry in Valle del Cauca generates large volumes of waste bagasse, this waste is currently used to generate energy. Indeed, this application is considered a low value, given the importance of this resource as biological source of vegetable fibers which can be used as fiberfill into polymeric compounds. These fillers based on vegetable fibers provide advantages such as, low density, low cost per unit volume and biodegradability. Regardless of the type of polymer used for obtaining the composite material, A stable bond between the polymer matrix and lignocellulosic fiber is needed.*

*The bagasse fiber, used in their native form but has low adhesion with the polymer matrix and the resulting composite is vulnerable to environmental attacks that reduce product life. Generally, the solution to the problem is the chemical modification of the fiber, using different cyclic anhydrides such as maleic, succinic, glutaric and phthalic in organic solvents. In these reactions, separation and proper disposal of the effluent, due to the toxic nature and corrosive solvents is necessary. In addition, the product obtained needed additional purification process that makes the whole process takes much longer.*

*Therefore, for the modification of lignocellulosic biomass, processes that do not use solvents and at the same time can be scalable currently seeking. In this regard, using microwave radiation, it is a viable alternative, primarily by the speed with which the mixture can be heated and high temperatures that are readily available in the reaction in a short time. Therefore, this research aims to obtain bagasse fibers maleic anhydride modified using microwave radiation for possible use as reinforcement in arrays with polylactic acid. The characterization process to verify the chemical modification was performed by infrared spectroscopy (FTIR),*

thermogravimetry (TGA) and potentiometric titration to determine the degree of functionalization. They have developed chemical modification processes in ranges of 5 to 10 minutes at a power of 310 and 465 watts to three ratios 1: 0.3, 1: 0.5 and 1: 1 bagasse - maleic anhydride. Partial results indicate that 5 minutes at 465 watts power and bagasse ratio 1:0.5 - maleic anhydride exhibit greater chemical modification, because the results of acid value (0.000420868 nCOOH) and degree of substitution obtained (DS) of 0.428870842). Likewise, FTIR spectra showed characteristic the bands of cellulose, hemicellulose and lignin, typical of the vegetable fibers and the band around 1728 cm<sup>-1</sup> corresponding to the carbonyl functional group C = O by the presence of groups present in the maleic anhydride fragment.

Furthermore, the results of thermogravimetric analysis shows that the degradation point values for each of the samples functionalized are minor compared to the degradation temperature of the fiber, which had a value of 324 ° C; therefore, the degradation temperatures for functionalized fiber decreases, ie the material shows greater degradability. Typical of the vegetable fibers and the band around 1728 cm<sup>-1</sup> corresponding to the carbonyl functional group C = O by the presence of groups present in the maleic anhydride fragment. Furthermore, the results of thermogravimetric analysis shows that the degradation point values for each of the samples functionalized are minor compared to the degradation temperature of the fiber, which had a value of 324 ° C; therefore, the degradation temperatures for functionalized fiber decreases, ie the material shows greater degradability. Typical of the vegetable fibers and the band around 1728 cm<sup>-1</sup> corresponding to the carbonyl functional group C = O by the presence of groups present in the maleic anhydride fragment. Furthermore, the results of thermogravimetric analysis shows that the degradation point values for each of the samples functionalized are minor compared to

*the degradation temperature of the fiber, which had a value of 324 ° C; therefore, the degradation temperatures for functionalized fiber decreases, ie the material shows greater degradability. the results of thermogravimetric analysis shows that the degradation point values for each of the samples functionalized are minor compared to the degradation temperature of the fiber, which had a value of 324 ° C; therefore, the degradation temperatures for functionalized fiber decreases, ie the material shows greater degradability. the results of thermogravimetric analysis shows that the degradation point values for each of the samples functionalized are minor compared to the degradation temperature of the fiber, which had a value of 324 ° C; therefore, the degradation temperatures for functionalized fiber decreases, ie the material shows greater degradability.*

## RESUMO

*A indústria açucareira do Vale do Cauca gera grandes volumes de resíduos de bagaço de cana, este desperdício atualmente é usado para gerar energia. Em efeito, esta aplicação é considerada de baixo valor, dada a importância deste recurso como fonte biológica de fibras vegetais, as quais podem ser usadas como fibras de enchimento compostos poliméricos. Esses recheios à base de fibras vegetais oferecem vantagens como, baixa densidade, baixo custo por unidade de volume e biodegradabilidade. Independentemente do tipo de polímero utilizado para a obtenção do material composto, você precisa de uma união estável entre a matriz do polímero e fibra lignocelulósica.*

*A fibra de bagaço de cana, é utilizado em sua forma nativa, mas apresenta baixa adesão com a matriz polimérica e o material composto resultante é vulnerável a ataques ambientais que reduzem a vida útil do produto. Geralmente, a solução para o problema em questão é a*

*modificação química da fibra, usando diferentes anidridos cíclicos, tais como maleico, succínico, glutárico e ftálico em solventes orgânicos. Nestas reações, é necessária a separação e o descarte adequado dos efluentes, devido à natureza tóxica e corrosiva dos solventes.*

*Além disso, o produto obtido necessita processo de purificação adicional que faz com que todo o processo leva muito mais tempo. Por conseguinte, para a modificação da biomassa lignocelulósica, atualmente, buscam-se processos em que não se utilizem solventes e ao mesmo tempo possam ser escaláveis. Neste sentido, usar radiação de micro-ondas, é uma alternativa viável, principalmente pela velocidade com que a mistura pode ser aquecida e as altas temperaturas que são facilmente disponíveis na reação em curto espaço de tempo. Pelo exposto, esta pesquisa tem como objetivo obter fibras de bagaço de cana modificadas com anidrido maleíco usando radiação de micro-ondas para a sua possível utilização como reforço em matrizes com ácido polilático. O processo de caracterização para verificar a modificação química foi feita por espectroscopia de infravermelho (FTIR), termogravimetria (TGA) e titulação potenciométrica para determinar o grau de funcionalização. Foram desenvolvidos processos de alteração química em intervalos de 5 e 10 minutos a uma potência de 310 e 465 watts a três relacionamentos 1:0,3, 1:0,5 e 1:1 bagaço - anidrido maleico.*

*Os resultados parciais indicam que a 5 minutos, a uma potência de 465 watts e relação 1:05 bagaço - anidrido maleíco apresentam uma maior modificação química, devido aos resultados do valor ácido (0,000420868 nCOOH) e o grau de substituição obtido ((DS) de 0,428870842). Mesmo assim, os espectros FTIR mostraram bandas característicos da celulose, hemiceluloses e lignina, típicos das fibras vegetal e a banda volta de 1728  $\text{cm}^{-1}$  que correspondem ao*

*grupo funcional carbonila C=O pela presença de grupos presentes no fragmento do anidrido maléico. Por outro lado, os resultados de análise termogravimétrico mostram que os valores do ponto de degradação para cada uma das amostras funcionalizadas são menores comparados com a temperatura de degradação da fibra, que teve um valor de 324 °C; portanto, as temperaturas de degradação da fibra funcionalizada diminuem, é dizer que o material apresenta uma maior degradabilidade.*

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Garavand, F., Rouhi, M., Razavi, S. H., Cacciotti, I., & Mohammadi, R. (2017). Improving the integrity of natural biopolymer films used in food packaging by crosslinking approach: A review. *International journal of biological macromolecules*, 104, 687-707. 3)
- Guzman, D. (2017). Commercialization Updates on Biobased Building Blocks. *Industrial Biotechnology*, 13(4), 168-169.
- Hottle, T. A., Bilec, M. M., & Landis, A. E. (2013). Sustainability assessments of bio-based polymers. *Polymer Degradation and Stability*, 98(9), 1898-1907. 5)
- Yates, M. R., & Barlow, C. Y. (2013). Life cycle assessments of biodegradable, commercial biopolymers—a critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 78, 54-66. 2)

**Mezcla recuprés: una alternativa al formaldehído para la fijación y preservación de piezas anatómicas.**

***Mezcla recuprés: an alternative to formaldehyde fixation and preservation of anatomical parts***

***Mistura de recuprés: uma alternativa ao formaldeido para a fixação e preservação de peças anatômicas***

**Laura Marín Ocampo  
Andrés Felipe Usma Valencia  
Rubén Valerio Zea Miranda  
Luis Felipe Pérez Machado  
Luz Natalia Franco Montoya**

Talento Tecnoparque Nodo Pereira, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Pereira.

**Diego Fernando Cóbbita Merchán**

Gestor de la Línea de Biotecnología y Nanotecnología, Tecnoparque Nodo Pereira, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Pereira.

## **PALABRAS CLAVE**

Preservación de piezas anatómicas, histopatología, reemplazo del formaldehído, seguridad y salud en el trabajo.

## RESUMEN

El uso de formaldehído como fijador/preservador de piezas anatómicas en diversas aplicaciones genera un alto riesgo para la salud de los trabajadores, pues se sospecha que provoca defectos genéticos, causa cáncer de nasofaringe y leucemia mieloide [1]. Adicionalmente, es contaminante de aguas y ocasiona esterilización de fauna acuática<sup>1</sup>. Por su peligrosidad, el Estado colombiano exige medidas de control para la protección de los usuarios y del medio ambiente [2-4].

Por lo anterior, se ha elaborado la Mezcla Recuprés (MR) con la que se puede sustituir el formaldehído, ya que sus componentes no son tóxicos para la salud humana ni para el medio ambiente [5]. Este proyecto tiene por objetivo evaluar el desempeño de MR en procesos histopatológicos y de preservación de piezas anatómicas con respecto al formaldehído, para lo cual se realizaron los siguientes estudios: caracterización fisicoquímica de MR determinando el pH, actividad acuosa ( $A_w$ ), densidad y estabilidad química (ensayo de envejecimiento acelerado); efecto inhibitorio de MR (antibiograma) sobre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp.; descripción macroscópica, evaluando en el tiempo características de tamaño, peso y apariencia de riñones de vaca preservados en MR; calidad de preservación de MR en corazones de pollo, realizando análisis microbiológicos (conteo en placa de mesófilos y presencia de hongos) e histopatológicos de la citoarquitectura del tejido por tinción con Hematoxilina-Eosina. Los resultados obtenidos de pH (3.15) y  $A_w$  (0.563) indican que MR tiene la capacidad de inhibir el crecimiento microbiano, lo cual se corroboró con el antibiograma,

por aparición de halos de inhibición en todos los microorganismos evaluados y con los conteos de mesófilos, en los que no hubo crecimiento microbiano.

El estudio macroscópico reveló que MR disminuye la rigidez de las piezas y mejora su aspecto físico (color, textura y flexibilidad). Los análisis histopatológicos evidenciaron que las muestras de tejido cardiaco preservadas y fijadas a las 12 y 24 horas en MR, no presentaron alteraciones histológicas o de la coloración de Hematoxilina-Eosina; superando los resultados mostrados al utilizar formol, donde tras ocho horas de fijación se generan alteraciones en el tejido. Conclusión: los resultados obtenidos comprueban que la Mezcla Recuprés posee las características requeridas para satisfacer la necesidad actual de sustitución del formaldehído en procesos histopatológicos y de preservación de piezas anatómicas en diversos sectores productivos como el de educación, salud y tratamiento post-mortem de cadáveres, sin interferir en la calidad de los mismos.

### **ABSTRACT**

*The use of formaldehyde as a fixer/preserver of anatomical parts in a variety of applications generates a high health risk in workers, because it is suspected of causing genetic defects, causes nasopharyngeal cancer and myeloid leukemia. In addition, it is a water contaminant and causes sterilization of aquatic life. For its toxicity, the Colombian Government demands control procedures for the protection of human users and the environment.*

Therefore, Mezcla Recuprés (MR) has been developed, which can replace formaldehyde, because its components are non-toxic for both human and the environment. This research has the objective of evaluating the performance of (MR) on histopathological processes and anatomical parts preservation, with respect to formaldehyde, conducting the following studies: physicochemical characterization of MR measuring pH, Water Activity ( $A_w$ ), density and chemical stability (through accelerated aging test); inhibitory effect of MR (antibiogram) on *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella spp.*; macroscopic anatomy description, evaluating size, weight and appearance characteristics through time of cow kidneys preserved in MR; quality preservation of MR on chicken hearts using microbiological assays (mesophilic count and fungus presence) and histopathological assays of tissue cytoarchitecture by the hematoxylin-eosin staining method. The pH (3.15) and  $A_w$  (0.563) results indicate that MR has the capacity to inhibit microbial growth, which is confirmed with the antibiogram, due to evidence of inhibition halos in all of the evaluated microorganisms and with the mesophilic count assay, in which microbial growth was not evidenced.

The macroscopic study revealed that MR decreases anatomical parts rigidity and improves physical appearance features (color, texture, and flexibility). Histopathological assays evidenced that cardiac tissue samples preserved and fixated for 12 and 24 hours in MR, did not show histological alterations on hematoxylin-eosin coloration, displaying superior results from those using formaldehyde, in which only eight hours late of fixation, it generates considerable tissue alterations. Conclusion: the obtained results prove that Mezcla Recuprés has the required characteristics to satisfy the current necessity for a

*formaldehyde substitute in histopathological processes and body parts preservation, in a variety of applications in the educative field, the clinic field, post-mortem preparation and in the examination field, without interfering with the quality control of them.*

## **RESUMO**

*O uso do formaldeído como fixador/ permeabilizador de peças anatômicas em diversas aplicações gera um alto risco para a saúde dos trabalhadores, pois suspeita-se que provoca alterações genéticas, é causante de câncer nasofaríngeo e leucemia mieloide. Adicionalmente, é um contaminante de águas e causa esterilização da fauna aquática. Por sua periculosidade, o Estado Colombiano demanda o controle para a proteção dos usuários e do meio ambiente.*

*Por esse motivo, tem sido feita a Mistura Recuprés (MR) que pode substituir o formaldeído, pois não possui componentes tóxicos para a saúde humana nem para o meio ambiente. Este projeto tem como objetivo avaliar o desempenho de MR em processos histopatológicos e de preservação de peças anatômicas em comparação ao formaldeído, para o qual foram feitos os seguintes estudos: caracterização físico-química de MR determinando o pH, atividade aquosa (Aw), densidade e estabilidade química (ensaio de envelhecimento acelerado); efeito inibitório de MR (antibiograma) sobre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aerus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.*; descrição macroscópica, avaliando no tempo as características do tamanho, peso e aparência dos rins de vaca preservados em MR; qualidade da preservação de MR em corações de frangos, fazendo análises microbiológicas (contagem em placa de mesófilos e presença de fungos) e histopatológicos de*

*citoarquitectura do tecido por coloração com Hematoxilina-Eosina. Os resultados obtidos de pH (3,15) e Aw (0,563) indicam que MR tem a capacidade de inibir o crescimento microbiano, o que foi corroborado com o antibiograma, pela aparição de halos de inibição de todos os microrganismos avaliados e com a contagem de mesófilos nos quais não houve crescimento microbiano.*

*O estudo macroscópico mostrou que MR diminui a rigidez das peças e melhora o aspecto físico (cor, textura e flexibilidade). As análises histopatológicas mostraram que as amostras de tecido cardíaco preservadas e fixadas às 12 e 24 horas em MR, não apresentaram alterações histológicas o de coloração de Hematoxilina-Eosina; superando os resultados mostrados quando foi usado o formol, onde após oito horas de fixação gera alterações no tecido. Conclusão: Os resultados obtidos provam que a Mistura Recuprés possui as características requeridas para satisfazer a necessidade atual de substituir o formaldeído em processos histopatológicos e de preservação de peças anatômicas em diversos setores produtivos como a educação, saúde e tratamento post-mortem de cadáveres, sem interferir na qualidade deles.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Congreso de la República de Colombia. Ley 1384 de 2010. Ley Sandra Ceballos, por la cual se establecen las acciones para la atención integral del cáncer en Colombia. 2010.

Decreto 1072 de 2015. Ministerio del Trabajo. República de Colombia. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. , 2015. Artículo 2.2.4.6.15.

Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.  
Parágrafo 2.: p. 1-326.

European Chemicals Agency (ECHA). Classification & Labelling  
Inventory database. 2018; Available from: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>.

International Agency for Research of Cancer (IARC). Chemical  
agents and related occupations. A review of human carcinogens.  
Formaldehyde: group 1. IARC monographs on the evaluation of  
carcinogenic risks to humans., 2012. 100F: p. 401-430.

Ministerio de Transporte, Vivienda y Dirección Territorial. Por el  
cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los  
residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la  
gestión integral. República de Colombia. 2005.

# Obtención de carburo de titanio mediante el reciclaje de virutas de corte

## *Obtaining titanium carbide through The recycling of chips of cutting*

## *Obtenção de carboneto de titânio através da reciclagem de chips de corte*

### **Ana Maria Muñoz Gonzalez**

Estudiante de Maestría en Ingeniería de Materiales y Procesos, Universidad Nacional de Colombia, Grupo AFIS, Bogotá, Colombia.

### **Andres Felipe Gil Plazas**

Instructor Centro de Materiales y Ensayos SENA, Grupo GIMES, Bogotá, Colombia.

### **Julian David Rubiano**

MsC. Profesor Universidad Nacional de Colombia, Grupo AFIS, Bogotá, Colombia.

### **Liz Karen Herrera Quintero**

PhD. Profesora Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Universidad Nacional de Colombia, Grupo AFIS, Bogotá, Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Viruta, titanio, carburo, reciclaje.

## RESUMEN

El titanio y sus aleaciones son ampliamente usados en la industria debido a su elevada resistencia a la corrosión y alta biocompatibilidad para la fabricación de elementos como implantes dentales y prótesis. Las virutas de titanio generadas en el mecanizado de este tipo de piezas son un residuo difícil de reciclar debido a su alto punto de fusión, pues conlleva elevados costos de procesamiento, lo que podría explicar las pocas o nulas empresas dedicadas al reciclaje de titanio en Colombia. El titanio es una materia prima valiosa, generalmente reciclada a través de procesos de fundición como materia prima en aceros de herramientas a fin de generar compuestos que ayuden al aumento en resistencia mecánica, o en forma de carburo de titanio (TiC) para diversas aplicaciones como la fabricación de CerMets W-Ti-C-Co que requieran elevadas durezas y resistencia al desgaste.

El objetivo de este proyecto es evaluar la viabilidad técnica de la utilización de virutas generadas en el proceso de mecanizado del titanio para la obtención de polvos de TiC cuyo alto valor comercial lo plantea como una alternativa interesante para el tratamiento de estos residuos. Para la síntesis de los polvos se partió del uso de virutas de corte provenientes de procesos de mecanizado de implantes dentales, las cuales fueron segmentadas en tamaños cercanos a 2 mm y luego mezcladas con grafito y compactadas en forma cilíndrica a 750 MPa en una configuración de matriz flotante, luego el compacto fue sinterizado a 1500°C en atmósfera inerte de argón durante 1 hora. El material obtenido fue triturado y procesado mediante molienda mecánica usando un molino de bolas a fin de generar partículas de tamaño homogéneo. Los polvos obtenidos fueron caracterizados morfológicamente en diversas etapas de

procesamiento mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y de manera semicuantitativa elemental mediante espectrometría por dispersión de energías de rayos X (EDS), por último, las fases presentes fueron caracterizadas mediante difracción de rayos X (DRX). Se encontró que la temperatura usada fue suficiente para activar la formación de TiC por la reacción  $Ti+C \rightarrow TiC$  sin embargo debido que las virutas usadas eran de una aleación de Ti grado 4 se observó la presencia de  $Al_2O_3$  y carburos secundarios de Vanadio, los cuales suelen ser usados en la fabricación de CerMets. Se concluye que es técnicamente viable procesar los desechos de Ti para la obtención de polvos de TiC con alto valor agregado.

### **ABSTRACT**

*Titanium and its alloys are widely used in industry due to its high resistance to corrosion and high biocompatibility for the manufacture of elements such as dental implants and prostheses. The titanium chips generated in the machining of this type of parts are a waste difficult to recycle due to its high melting point, since it entails high processing costs, which could explain the few or null companies dedicated to the recycling of titanium in Colombia . Titanium is a valuable raw material, generally recycled through foundry processes as raw material in tool steels in order to generate compounds that help increase in mechanical strength, or in the form of Titanium Carbide (TiC) for various applications such as the manufacture of CerMets W-Ti-C-Co that require high hardness and resistance to wear. The objective of this project is to evaluate the technical feasibility of the use of shavings generated in the titanium machining process for obtaining TiC powders whose high commercial value poses it as an interesting alternative for the treatment of this waste. For the synthesis of the powders we started with the use of cutting chips from dental implants machining*

*processes, which were segmented into sizes close to 2 mm and then mixed with graphite and compacted in cylindrical form at 750 MPa in a configuration of floating matrix, then the compact was sintered at 1500 ° C in Argon inert atmosphere for 1 hour. The material obtained was crushed and processed by mechanical grinding using a ball mill in order to generate particles of homogeneous size. The obtained powders were characterized morphologically in various stages of processing by scanning electron microscopy (SEM) and elemental semiquantitative by X-ray energy dispersion spectrometry (ESD), finally the present phases were characterized by X-ray diffraction (DRX). It was found that the temperature used was sufficient to activate the formation of TiC by the  $Ti + C \rightarrow TiC$  reaction, however, because the chips used were of an alloy of Ti grade 4, the presence of  $Al_2O_3$  and secondary vanadium carbides were observed. which are usually used in the manufacture of CerMets. It is concluded that it is technically feasible to process Ti waste to obtain TiC powders with high added value.*

## **RESUMO**

*O titânio e suas ligas são amplamente utilizados na indústria devido à sua alta resistência à corrosão e alta biocompatibilidade para a fabricação de elementos como implantes dentários e próteses. Chips de titânio gerados na usinagem de tais peças são um desperdício difíceis de reciclar devido ao seu alto ponto de fusão, que implica altos custos de processamento, o que poderia explicar a poucos ou nenhuns negócios dedicada à reciclagem de titânio na Colômbia . O titânio é uma matéria-prima valiosa, geralmente reciclados através de processos de fundição como matéria-prima em aços ferramenta para gerar compostos que ajudam a aumentar a resistência, ou sob a forma de carboneto de titânio (TiC) para várias aplicações como a fabricação de CerMets W-Ti-C-Co que exigem alta dureza e resistência*

ao desgaste. O objetivo deste projeto é avaliar a viabilidade técnica do uso de chips gerados no processo de usinagem de titânio para a obtenção de pós TiC de alto valor comercial que eleva-lo como uma opção interessante para o tratamento destes resíduos alternativa. Para a síntese dos pós de ponto de partida foi a utilização de aparas de corte a partir de processos de usinagem implantes dentários, que foram segmentados em tamanhos que se aproximam 2 mm e, em seguida, misturado com grafite e compactadas numa cilíndrico a 750 MPa com uma configuração matriz flutuante, então o compacto foi sinterizado a 1500 ° C em atmosfera inerte de Argônio por 1 hora. O material obtido foi triturado e processado por trituração mecânica usando moinho de bolas para gerar partículas de tamanho homogêneo. Os pós obtidos foram caracterizados morfológicamente em vários estágios de processamento por microscopia electrónica de varrimento (SEM) e dispersiva de raios-X elementar energia espectrometria semiquantitativamente (EDS), finalmente as fases presentes foram caracterizadas por difracção de raios-X ( DRX). Verificou-se que a temperatura utilizada foi suficiente para provocar a formação de TiC por reacção  $Ti + C \rightarrow TiC$  no entanto, porque os chips utilizados eram uma liga de Ti de grau 4 foi observada a presença de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e carbonetos de vanádio secundárias, o que são geralmente utilizados na fabricação de CerMets. Conclui-se que é tecnicamente viável processar resíduos de Ti para obter pós de TiC com alto valor agregado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Benaldjia, O. Guellati, W. Bounour, M. Guerioune, M. Ali-Rachedi, A. Amara, A. Drici, and D. Vrel (2007). Titanium Carbide by the SHS Process Ignited with Aluminothermic Reaction. DOI: 10.3103/S1061386208010068. Dilek Duman, Hasan Gökçe, Hüseyin Çimenoglu (2011). Synthesis, microstructure, and mechanical properties of WC-TiC-Co ceramic composites. Journal of the European Ceramic Society 32 (2012) 1427-1433 doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2011.06.013
- S.R. Shial, M. Masanta, D. Chaira (2018). Recycling of waste Ti machining chips by planetary milling: Generation of Ti powder and development of in situ TiC reinforced Ti-TiC composite powder mixture. Powder Technology, Volume 329. Pages 232-240, ISSN 0032-5910. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.01.080>.
- Shahbahrami, B & Hakami, M & Bastami, Hajieh & Nadi-Mobarakeh, E & Malekmohammadi, M. (2010). Synthesis of titanium carbide powder by carbothermic reduction method. Materials Research Innovations. 14. 87-88. 10.1179/143307510X12599329343240
- V. Levinskii, Yu & P. Kyubarsepp, Ya & P. Petrov, A. (1992). Titanium carbide-based carbide steels made of chips of titanium alloys. Powder Metallurgy and Metal Ceramics - POWD METALL MET CERAM ENGL-TR. 31. 886-889. 10.1007/BF00797516.

## 2. Biotecnología



# **Análisis de los ensayos de biodegradabilidad de un material para elaboración de empaques industriales**

***Analysis of the biodegradability tests of a material  
For the preparation of industrial packaging***

***Análise dos ensaios de biodegradabilidade de um  
Material para a preparação de embalagens  
industriais***

## **Rodríguez Sandoval Pedro**

Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos, Bogotá,  
Colombia, Email: prodirguezs@misena.edu.co

## **Medina Sánchez Andrés Felipe**

Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos, Bogotá,  
Colombia Email: afmedina186@misena.edu.co

## **Ariza León Oscar Eduardo**

Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos, Bogotá,  
Colombia  
Email: oeariza48@misena.edu.co

## **Olga Yurany Pérez Peña**

Grupo de investigación Gimes, SENA- Centro de Materiales y Ensayos, Bogotá,  
Colombia Email: oyperez79@misena.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Biodegradabilidad, bioplásticos, hidrólisis, envases, empaques.

## RESUMEN

La problemática del crecimiento exponencial de desechos, en parte se debe a la acumulación de plásticos por su baja degradabilidad generando un alto impacto negativo en las fuentes hídricas, además altos costos para obtenerlos, el interés en las industrias se enfoca en materiales verdes. Este trabajo de investigación parte de la obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa y polietileno de baja densidad, bajo ciertos parámetros de transformación por los procesos de extrusión e inyección que fue caracterizado; resultando propiedades mecánicas y térmicas que lo hacen apto para fabricación de artículos industriales.

La fase dos del proyecto se pretende evaluar la velocidad de biodegradabilidad considerando que en 6 meses o en menor tiempo, en ambientes con abundantes microorganismos; gracias a la hidrólisis la presencia de humedad en el suelo debilita los enlaces entre las moléculas del material, facilitando a microorganismos utilizar el material como alimento, consiguiendo como producto CO<sub>2</sub>, agua y biomasa, para corroborar que el bioplástico es biodegradable se tomaron en cuenta los métodos de las normas ASTM D-6400 y D-5988, en un ambiente similar al de un vertedero de basuras colocando bajo el suelo probetas con un porcentaje de almidón al 15%. Los resultados de ensayos mecánicos obtenidos indicando que hubo una reducción en la dureza a materiales con mayor tiempo bajo tierra; en las pruebas de tensión la resistencia disminuye al igual que la elongación, este cambio es mayor en el segundo mes, anteriormente han conseguido resultados similares, en algunos biomateriales es mayor como en el análisis realizado por (María Narváez 2016).

Los ensayos de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido en contraste con el trabajo realizado por (Cyras Viviana, 2015), la estructura interna del material similar al trabajado en donde hay una integración visible de almidón y fibras naturales con la matriz polimérica se observó deterioro, finalmente se determinó la cantidad de CO<sub>2</sub> ,en comparación con los resultados obtenidos por (Dorelys Barrera,2013), el porcentaje de biodegradabilidad y la producción de CO<sub>2</sub> presenta un aumento 8 % por cada mes, una cifra crece cada vez más. Con este nuevo material bioplástico se plantea reducir significativamente la contaminación y costos de producción para la elaboración de empaques industriales, beneficiando los sectores de la industria plástica, manufacturera y agrícola.

### **ABSTRACT**

*The problem of exponential growth of waste, partly due to the accumulation of plastics due to its low degradability generating a high negative impact on water sources, as well as high costs to obtain them, the interest in the industries focuses on green materials. This research work is based on obtaining a bioplastic from potato starch and low density polyethylene, under certain parameters of transformation by the processes of extrusion and injection that was characterized; resulting mechanical and thermal properties that make it suitable for manufacturing industrial items.*

*Phase two of the project aims to evaluate the biodegradability rate considering that in 6 months or in less time, in environments with abundant microorganisms; thanks to hydrolysis, the presence of moisture in the soil weakens the bonds between the molecules of the*

*material, making it easier for microorganisms to use the material as food, obtaining as a product CO<sub>2</sub>, water and biomass, to corroborate that the bioplastic is biodegradable methods of the ASTM D-6400 and D-5988 standards, in an environment similar to that of a rubbish dump, placing under the soil test pieces with a 15% starch percentage. The results of mechanical tests obtained indicating that there was a reduction in hardness to materials with more time underground; in tensile tests the resistance decreases as well as elongation, this change is greater in the second months, previously they have achieved similar results, in some biomaterials it is greater as in the analysis carried out by (María Narváez 2016).*

*The tests of optical microscopy and scanning electron microscopy in contrast to the work done by (Cyras Viviana, 2015), the internal structure of the material similar to the worked where there is a visible integration of starch and natural fibers with the polymer matrix was observed deterioration Finally, the amount of CO<sub>2</sub> was determined, compared to the results obtained by (Dorelys Barrera, 2013), the percentage of biodegradability and the production of CO<sub>2</sub> shows an increase of 8% per month, a figure that is growing more and more. With this new bioplastic material, it is proposed to significantly reduce pollution and production costs for the manufacture of industrial packaging, benefiting the sectors of the plastic, manufacturing and agricultural industries.*

## RESUMO

*O problema dos resíduos de crescimento exponencial, em parte devido ao acúmulo de plásticos por causa de sua baixa degradabilidade gerando um alto impacto negativo sobre as fontes de água, bem como os custos elevados para obtê-los, o interesse nas indústrias incide sobre materiais verdes. Este trabalho de pesquisa faz parte da obtenção de um bioplástico de amido de batata e polietileno de baixa densidade, certos parâmetros de transformação pelos processos de extrusão e injeção que foi caracterizado; resultando em propriedades mecânicas e térmicas que o tornam adequado para fabricação de artigos industriais.*

*A fase dois do projeto destina-se a avaliar a taxa de biodegradabilidade, considerando que, em 6 meses ou em menos tempo, em ambientes com microorganismos abundantes; graças à hidrólise, a presença de umidade no solo enfraquece as ligações entre as moléculas do material, facilitando aos microrganismos a utilização do material como alimento, obtendo como produto CO<sub>2</sub>, água e biomassa, para corroborar que o bioplástico é biodegradáveis os métodos das normas ASTM D-6400 e D-5988 foram tidos em conta num ambiente semelhante ao de um aterro com uma percentagem de amido de 15% no solo. Os resultados dos testes mecânicos obtidos indicando que houve uma redução na dureza para os materiais com maior tempo subterrâneo; nos testes de estresse a resistência diminui, bem como o alongamento, esta mudança é maior no segundo mês, previamente eles têm conseguido resultados semelhantes, em alguns biomateriais é maior como na análise realizada por (María Narváez 2016).*

*Os testes de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura em contraste com o trabalho feito por (Cyras Viviana, 2015), a estrutura interna do material semelhante ao que se trabalhou onde*

*há uma integração visível do amido e fibras naturais com o Matriz de polímero foi observada deterioração, foi finalmente determinada a quantidade de CO<sub>2</sub>, em comparação com os resultados obtidos por (dodepends barreira, 2013), a percentagem de biodegradabilidade e a produção de CO<sub>2</sub> tem um aumento de 8% por mês, uma figura cresce cada vez mais. Com este novo material bioplástico propõe-se reduzir significativamente os custos de poluição e de produção para a elaboração de embalagens industriais, beneficiando os setores das indústrias de plástico, manufatura e agricultura.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. H. Song, R. J. (2009). Biodegradable and compostable alternatives. The Royal Society, 2127-2139.
- Navia, D. P. (2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables en ciencia, tecnología e innovación . Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol.11 N°2, 173-180.
- Sandoval, P. R. (s.f.). Caracterización de un material biodegradable con matriz polimérica por proceso de extrusión e inyección.
- Valero-valdivieso, m. F. (Octubre de 2013). Biopolímeros: avances y perspectivas. Dyna, año 80, Nro. 181, 171-180.
- Villada, H. S. (2008). Investigación de Almidones Termoplásticos, Precursores. Información Tecnológica Vol.19, 3-14.

# Descontaminación de cultivos de microalgas mediante tratamiento con coctel de antibióticos y antifúngicos

*Decontamination of microalgae cultures by treatment with cocktail of antibiotics and antifungals*

*Descontaminação de culturas microólicas por tratamento de coquetel de antibióticos e antifúngicos*

**Carolina Sánchez Villamil**  
**Sergio Caro Laguna**  
**Julian Amado Silva**  
**Brayan Cáceres Bona**  
**Diego Rincón Briceño**

**Merilin Losada Cañon**  
**Carlos Andres Giraldo Galindo**  
**Hamilton Amado Garzón**  
**Alison Serrano Martin**

Centro de Industrial y de Desarrollo Empresarial, Semillero de investigación BIBA, Tecnoacademia - Cazucá, Servicio Nacional de Aprendizaje , Soacha - Colombia

**Paola Duarte Briceño**

Centro de Industrial y de Desarrollo Empresarial, Semillero de investigación BIBA, Grupo CIDEINNOVA, Tecnoacademia - Cazucá, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Microalgas, descontaminación bacteriana, descontaminación fúngica, antibiótico, antifúngico.

## RESUMEN

En la naturaleza, las microalgas coexisten con otros microorganismos como bacterias, hongos y su interacción puede estimular el crecimiento de las algas (Wang et al., 2016). Sin embargo, se presentan muchos problemas cuando se observa un crecimiento excesivo de bacterias y hongos.

Contar con cultivos axénicos o por lo menos con concentraciones diluidas de microorganismos es necesario, en procesos en los que se quiere generar un cepario, realizar estudios fisiológicos, producir fármacos, alimentos, o cuando se busca evaluar su actividad en procesos de biorremediación de aguas residuales. Existen técnicas variadas que permiten alcanzar la separación de las microalgas de otro tipo de microorganismos, siendo el tratamiento con antibióticos y antifúngicos es uno de los métodos más populares y ampliamente utilizados.

En este trabajo, inicialmente, se evaluó el grado de contaminación de aislados de microalgas a través de un control de axenicidad, se calculó la concentración mínima inhibitoria (CMI) para los antibióticos, ampicilina, eritromicina y, finalmente, se realizó un proceso de descontaminación empleando un coctel antibiótico - antifúngico. Las concentraciones de antibiótico evaluadas fueron: 0  $\mu\text{g/ml}$ , 200  $\mu\text{g/ml}$ , 400  $\mu\text{g/ml}$ , 600  $\mu\text{g/ml}$  y 800  $\mu\text{g/ml}$ . Se observó que empleando 200  $\mu\text{g/ml}$  del antibiótico ampicilina y 0.1  $\mu\text{g/ml}$  del antifúngico carbendazim se alcanzaba una reducción significativa de bacterias y hongos, y se permitía un mayor crecimiento de las microalgas. De esta manera, observamos que la ampicilina y el carbendazim, no son compuestos tóxicos para las células de algas, como sí lo son para las células bacterianas y fúngicas, y por lo tanto,

pueden emplearse cuando se requieran obtener cultivos axénicos. Finalmente, se obtuvieron cultivos de aislados de microalgas (*Chlorella* y *Scenedesmus*) con una reducción significativa de microorganismos, las cuales, se emplearán posteriormente en procesos de biorremediación de aguas residuales.

## **ABSTRACT**

*In nature, microalgae coexist with other microorganisms such as bacteria, fungi and their interaction can stimulate the growth of algae (Wang et al., 2016). However, many problems arise when excessive growth of bacteria and fungi is observed. Having axenic cultures or at least dilutions of microorganisms is necessary, in processes in which you want to generate a strain, carry out physiological studies, produce drugs, or when you want to evaluate their activity in bioremediation processes of wastewater.*

*There are techniques that allow the separation of microalgae from other microorganisms to be achieved; antibiotic and antifungal treatment is one of the most popular and widely used methods. In this work, the degree of contamination of the microalgae is evaluated through an axenicity control, the minimum inhibition is calculated for the antibiotics (MIC), ampicillin, erythromycin, and finally, a decontamination process is carried out using an antibiotic-antifungal cocktail. The antibiotic concentrations evaluated were: 0  $\mu\text{g/ml}$ , 200  $\mu\text{g/ml}$ , 400  $\mu\text{g/ml}$ , 600  $\mu\text{g/ml}$  and 800  $\mu\text{g/ml}$ .*

*It was observed that using 200  $\mu\text{g/ml}$  of the antibiotic ampicillin and 0.1  $\mu\text{g/ml}$  of the antifungal carbendazim a significant reduction of bacteria and fungi was achieved, and a greater growth of the microalgae was allowed. In this way, we observed that ampicillin and*

*carbendazim are not toxic compounds for algae cells, as they are for bacterial and fungal cells, and therefore, they can be used when axenic cultures are required. Finally, cultures of microalgae isolates (Chlorella and Scenedesmus) were obtained with a significant reduction of microorganisms, which will be subsequently used in bioremediation processes of wastewater.*

## **RESUMO**

*Na natureza, as microalgas coexistem com outros microorganismos, tais como bactérias, fungos e a sua interacção pode estimular o crescimento de algas (Wang et al., 2016). No entanto, muitos problemas surgem quando o crescimento excessivo de bactérias e fungos é observado. Contar com axénica ou, pelo menos, concentrações diluídas de microorganismos é necessária, em processos em que se pretende gerar uma colecção de estirpes, realizando estudos fisiológicos, a produção de medicamentos, alimentos, ou quando se procura avaliar a sua actividade em biorremediação de águas residuais.*

*Existem várias técnicas que permitem a separação de microalgas de outros microrganismos, sendo o tratamento antibiótico e antifúngico é um dos métodos mais populares e amplamente utilizados. Neste papel, inicialmente, o grau de contaminação de microalgas isolado por meio de um controle de axenicity, a concentração de inibitória mínima (MIC) para antibióticos, ampicilina, eritromicina e finalmente se realizou um processo de descontaminação usando um coquetel antibiótico - antifúngico. concentrações de antibiótico testado foram de 0 mg / ml, 200 ug / ml, 400 ug / ml, 600 ug / ml e 800 ug / ml. Observou-se que com a utilização de 200 ug / ml de ampicilina antibiótica e 0,1 ug / ml do carbendazim antifúngico é atingida uma redução significativa em*

*bactérias e fungos, e permitindo um maior crescimento de microalgas. Assim, observou-se que a ampicilina e carbendazim não são compostos tóxicos para células de algas como eles são para outras células bacterianas e fúngicas, e portanto, pode ser utilizada quando necessária para obter culturas axénicas. Finalmente, foram obtidos culturas isoladas de microalgas (Chlorella e Scenedesmus) com uma redução significativa em microrganismos, que foram subsequentemente usados em biorremediação de águas residuais.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, R., (2005). Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, London. 578.

Arredondo Vega, B., Voltolina Lobina, D., (2007). Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (La Paz, Baja California Sur).

Chau Hai, T. V, Hyung-Gwan, L, Yong Keun, C, Hee-Mock, O., (2018). Axenic cultures for microalgal biotechnology: Establishment, assessment, maintenance, and applications. Biotechnology Advances, 36 (2018) 380–396.

Mokhzanni, M., Nor Jannah, S., Mohd Shamzi, M., Normawaty Mohammad, N., Raha Ahmad, R., (2016). Decontamination of Chlorella sp. culture using antibiotics and antifungal cocktail treatment. Journal of Engineering an Applied Sciences.

Sena, L., Rojas, D., Montiel, E. et al. (2011). World J Microbiol Biotechnol 27: 1045. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0549-6>

**Identificación de codones y residuos en secuencias de nucleótidos de adn utilizando python para la enseñanza en la educación básica secundaria**

**Codon and residue identification in dna nucleotide sequences using python for teaching on secondary school stages**

**Identificação de codons e resíduos em seqüências de nucleotídeos de dna usando python para ensino em educação básica secundária**

**Yesica Lorena Herrera Romero  
Valentina Urrea**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Tecnoacademia-Semillero de Bioprocesos y Biotecnología Aplicada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha – Colombia.

**Carlos Hernando Niño Riveros  
Dario Alfonso Cuello Mejia**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Tecnoacademia-Semillero de Bioprocesos y Biotecnología Aplicada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha – Colombia.

Grupo CIDEINNOVA, Línea Grupos y Semilleros de Investigación, Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial del SENA, Soacha-Cundinamarca, Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Biología Molecular, Codón, Residuo, Aminoácido, traducción de RNA, Python.

## RESUMEN

El presente estudio plantea el desarrollo de un programa capaz de identificar codones en una secuencia de nucleótidos de ADN y traducir el respectivo codón en el correspondiente residuo de aminoácido que resultaría tras la traducción de la secuencia. La bioquímica y la biología molecular son dos campos con un alto desarrollo tecnológico, no obstante los reactivos empleados en la ejecución de prácticas experimentales en estos ámbitos son costosos limitando su acceso. Por otra parte, la incorporación de las tecnologías de la información (TIC) a la práctica docente habitual está lejos de ser una realidad en Colombia. En consecuencia es eficiente incentivar el uso de las TIC mientras se llenan nichos en la enseñanza de las ciencias básicas que no pueden suplirse en contextos de escasos recursos económicos. El programa de Tecnoacademias se plantea como un escenario dotado de tecnologías emergentes para desarrollar la innovación en comunidades vulnerables. Los aprendices vinculados a los semilleros de investigación de este programa buscan nuevas formas de implementar las TIC en la difusión de la biología molecular y la bioquímica. Este proyecto desarrolló un primer código cuyo algoritmo identifica, ubica y traduce codones en secuencias de nucleótidos de ADN; planteándose como una herramienta docente destinada a poblaciones de los grados octavo y noveno, de acuerdo con el sistema educativo colombiano.

Para el desarrollo del programa se utilizó el lenguaje de programación Python por su simplicidad en la sintaxis. Este es ideal para la implementación de proyectos a nivel educativo o profesional. El algoritmo primero genera y representa la cadena de ADN. Luego muestra las cuatro posibles bases nitrogenadas que componen

dicha secuencia, relacionando información detallada de cada una de ellas. Dentro del programa se explica el concepto de codón. Posteriormente, se busca que el usuario ingrese combinaciones de bases nitrogenadas para conformar codones. Así, si este ingresa una combinación correcta, el programa muestra el nombre de dicho codón, sus principales características y su ubicación en la cadena de ADN. Además predice el residuo de aminoácido según el uso codónico humano (*Homo sapiens*). Los estudiantes podrán relacionar una tripleta con una serie de aminoácidos, permitiéndoles construir el correspondiente “código de proteína”. Este proyecto muestra un inicio en la elaboración de herramientas interactivas que complementan conceptos teóricos relacionados con la biología molecular. Se espera pronto desarrollar interfaces amigables y evaluar con pruebas de campo el impacto de esta herramienta sobre los estudiantes.

### **ABSTRACT**

*This study proposes a program capable of identifying codons in a DNA nucleotide sequence and translating them into the corresponding amino acid residue resulting after DNA sequence translation; Biochemistry and Molecular Biology are two science fields with high technological development (Moreno, 2015). However reagents used in experimental processes are expensive, therefore limiting its access to impoverished populations. Conversely, incorporation of information technologies (ICT) to teaching practices far from reality in Colombia (Morcillo-Ortega & López-García, 2007). Consequently, encouraging ICT use while filling niches in the teaching of basic sciences which cannot be met in contexts of scarce economic resources, seems like an efficient approach. Tecnoacademia is a program proposed as a learning scenario coupled*

*with emerging technologies aiming to develop innovation-oriented competencies, through training projects in vulnerable communities (Tecnoacademias, 2017). Within such program, apprentices from the research groups have sought new ways for implementing ICTs for the dissemination of knowledge regarding molecular biology and biochemistry fields. This study comprehends the building of a first code which algorithm identifies, locates and translates DNA codons in nucleotide sequences; focusing on developing a practical-workshop teaching tool aimed at populations of the eighth and ninth grades, according to the Colombian educational system.*

*In this way students can relate a certain DNA triplet to a series of amino acid residues, allowing them to build the corresponding "protein code" for the initial sequence. This is a novel interactive tool capable of linking theoretical concepts related to molecular biology. In future stages it is expected to develop friendly interfaces for program usage; likewise, field tests aiming to assess the impact of this tool on students are yet to be performed.*

## **RESUMO**

*Este estudo propõe o desenvolvimento de um programa capaz de identificar os codões em uma sequência nucleotídica de ADN e traduzir o respectivo cod no resíduo de amino ácido correspondente que resultaria após a tradução da sequência. Bioquímica e Biologia Molecular são dois domínios, com um elevado desenvolvimento tecnológico, no entanto, os reagentes utilizados na execução de práticas experimentais nestas áreas são caros limitando o seu acesso. Por outro lado, a incorporação das tecnologias da informação (TIC) à prática docente usual está longe de ser uma realidade na Colômbia. Portanto incentivar o uso eficiente*

das TIC como preencher nichos no ensino de ciência básica que não pode ser substituído no contexto de escassos recursos económicos. O programa Tecnoacademias é considerado como um cenário equipado com tecnologias emergentes para desenvolver inovação em comunidades vulneráveis. Os aprendizes ligados aos viveiros de pesquisa deste programa buscam novas maneiras de implementar as TIC na disseminação da biologia molecular e bioquímica. Este projeto desenvolveu um primeiro código cujo algoritmo identifica, localiza e traduz códons em seqüências de nucleotídeos de DNA; posando como uma ferramenta de ensino voltada para as populações dos oitavos e nonos anos, de acordo com o sistema educacional colombiano.

Para o desenvolvimento do programa, a linguagem de programação Python foi utilizada devido à sua simplicidade na sintaxe. Isto é ideal para a implementação de projetos educacionais ou profissionais. O algoritmo primeiro gera e representa a cadeia de DNA. Em seguida, mostra as quatro possíveis bases nitrogenadas que compõem essa seqüência, relacionando informações detalhadas de cada uma delas. O conceito de codon é explicado dentro do programa. Posteriormente, o usuário é solicitado a inserir combinações de bases nitrogenadas para formar códons. Assim, se isso entrar em uma combinação correta, o programa mostra o nome do códon, suas principais características e sua localização na cadeia de DNA. Prevê também o resíduo de aminoácido de acordo com o uso humano codônico (*Homo sapiens*). Os alunos podem relacionar um trio com uma série de aminoácidos, permitindo-lhes construir o "código de proteína" correspondente.

Este projeto mostra um começo no desenvolvimento de ferramentas interativas que complementam conceitos teóricos relacionados à biologia molecular. Espera-se que em breve desenvolva interfaces amigáveis e avalie com testes de campo o impacto dessa ferramenta nos alunos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morcillo-Ortega, J., & López-García, M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(3), 562–576. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/28184291>

Moreno, A. L. (2015). RETOS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR Y LA BIOQUÍMICA EN LAS CARRERAS DEL AREA DE LA SALUD. *Voletin Virtual*, 4-9(2266–1536), 26–39.

Tecnoacademias, L. (2017, November 7). Tecnoacademia. Servicio Nacional de Aprendizaje. Servicio Nacional de Aprendizaje, pp. 3–5. Retrieved from <http://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx>

Python Software foundation (2018) Welcome to python. recuperado de: <https://www.python.org/>

Python Software foundation (2018) python in education. recuperado de: <http://pythonineducation.org/en/>

# **Nanoformulación a base de los ácidos grasos dha (docosahexaenoico) y epa (eicosapentaenoico), y su efecto en linaje tumoral de mama**

***Nanoformulation based on fatty acids dha (docosahexaenoico) and epa (eicosapentaenoico), and its effect on tumoral lineage of mama***

***Nanoformulação baseada em ácidos graxos dha (docosahexaenoico) e epa (eicosapentaenoico), e seu efeito na linhagem tumoral da mama***

## **Santos D. S.**

Doctoranda por el Programa de Postgrado en Nanociencia y Nanobiotecnología – UnB, Brasília – Brasil

## **Azevedo R. B.**

Docente del Instituto de Biología IB/UnB, Brasília - Brasil

## **Longo J. P. F.**

Docente del Instituto de Biología IB/UnB / Orientador, Brasília - Brasil

## **AGRADECIMIENTOS**

Universidad de Brasília - UnB

Fundación de Apoyo a la Investigación del Distrito Federal - FAPDF.

Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior-Capes

## **PALABRAS CLAVE**

Nanoemulsión, aceite de pescado, viabilidad celular.

## RESUMEN

Los ácidos grasos de cadena larga de la serie  $\omega$ -3, tales como los ácidos grasos; eicosapentaenoico - EPA (20:5  $\omega$ -3) y docosahexaenoico DHA (22: 6  $\omega$ -3) se incorporan y almacenan en las células en forma de fosfolípidos de membrana y actúan en diversas funciones metabólicas (Kus & Hijo, 2010, Hishikawa et al., 2017). En la actualidad, los trabajos descritos en la literatura muestran que el uso combinado de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3, en especial el EPA y el DHA reduce la viabilidad celular de los linajes tumorales de mama (LeMay-Nedjelski et al., 2018).

En esta perspectiva, con el fin de verificar los posibles efectos biológicos de la nanoformulación NEW3 sobre cultivos de células de mamíferos in vitro se planificó el desarrollo de este estudio. La determinación de la viabilidad celular se realizó mediante el método colorimétrico reductor de bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazol, MTT, utilizando la técnica de espectrofotometría UV-Vis, en la longitud de onda de 595 nm. Para la realización del experimento se utilizó el linaje tumoral 4T1-Luciferasa (4T1-Luc) y evaluadas las concentraciones (mg/ml): (6,25); (3.125); (1.562); (0.781); (0.390); (0.195); (0.097); (0.048); (0.024); (0.012); (0,006) más el control. La prueba se aplicó también a la nanoemulsión blanca - NEB en las mismas concentraciones. Los resultados obtenidos para los tratamientos NEW3 y NEB demostraron que hubo una significativa ( $p < 0,05$ ) reducción en la viabilidad celular del linaje 4T1 - Luc para los tiempos 24, 48 y 72 horas.

Se observó que los tratamientos que contenían la nanoemulsión NEW3 presentaron un mayor intervalo de concentraciones que disminuyeron la viabilidad de las células tumorales en comparación

con los tratamientos con el blanco NEB. Las concentraciones superiores a 0,195 mg/mL para NEW3 y 0,781 mg/mL para NEB redujeron la viabilidad celular de 4T1 - Luc. Para las concentraciones inferiores, la viabilidad se mantuvo en los tiempos analizados ( $p < 0,05$ ). El presente estudio demostró que la nanoemulsión de aceite de pescado (NEW3) enriquecida con los ácidos grasos docosahexaenoico - DHA y eicosapentaenoico - EPA fue capaz de inhibir la viabilidad celular del linaje tumoral 4T1-Luciferasa.

### **ABSTRACT**

*The long chain fatty acids of the  $\omega$ -3 series, eicosapentaenoic - EPA (20: 5  $\omega$ -3) and docosahexaenoic DHA (22: 6  $\omega$ -3) are incorporated and stored in cells in the form of membrane phospholipids and act in various metabolic functions (Kus & Son, 2010, Hishikawa et al. al., 2017). The work described in the literature show that the combined use of  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids, especially EPA and DHA, reduces the cell viability of breast tumor lineages (LeMay-Nedjelski et al., 2018).*

*In this perspective, in order to verify the possible biological effects of the NEW3 nanoformulation on cultures of mammalian cells in vitro, the development of this study was planned. The determination of cell viability was carried out by means of the colorimetric method of reducing bromide of 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium, MTT, using the UV-Vis spectrophotometry technique, in the 595 nm wavelength. To perform the experiment the tumor lineage 4T1-Luciferase (4T1-Luc) was used and the concentrations (mg/ml) were evaluated: (6.25); (3.125); (1,562); (0.781); (0.390); (0.195); (0.097); (0.048); (0.024); (0.012); (0.006) plus the control. The test was also applied to the white nanoemulsion - NEB at the same concentrations. The results obtained*

for the NEW3 and NEB treatments showed that there was a significant ( $p < 0.05$ ) reduction in cell viability of lineage 4T1 - Luc for times 24, 48 and 72 hours. It was observed that the treatments containing the NEW3 nanoemulsion presented a greater range of concentrations that decreased the viability of the tumor cells in comparison with the treatments NEB. Concentrations greater than 0.195 mg/mL for NEW3 and 0.781 mg/mL for NEB reduced the cell viability of 4T1-Luc. For the lower concentrations, viability was maintained at the times analyzed ( $p < 0.05$ ). The present study demonstrated that the fish oil nanoemulsion (NEW3) enriched with the fatty acids docosahexaenoic - DHA and eicosapentaenoic - EPA was able to inhibit the cell viability of the tumor lineage 4T1-Luciferase.

## RESUMO

Os ácidos graxos de cadeia longa da série  $\omega$ -3, tais como os ácidos graxos; eicosapentaenoico - EPA (20:5  $\omega$ -3) e docosahexaenoico - DHA (22:6  $\omega$ -3) são incorporados e armazenados nas células na forma de fosfolipídios de membrana e atuam em diversas funções metabólicas (Kus e Filho, 2010; Hishikawa et al., 2017). Atualmente trabalhos descritos na literatura mostram que o uso combinado de ácidos graxos poli-insaturados  $\omega$ -3, em especial o EPA e o DHA reduz a viabilidade celular de linhagens tumorais de mama (LeMay-Nedjelski et al., 2018).

Nessa perspectiva, com o intuito de verificar os possíveis efeitos biológicos da nanoformulação NEW3 sobre culturas de células de mamíferos *in vitro* planejou-se o desenvolvimento deste estudo. A determinação da viabilidade celular foi realizada por meio do método colorimétrico redutor de brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio), MTT, utilizando a técnica de Espectrofotometria

UV-Vis, no comprimento de onda de 595 nm. Para a realização do experimento foi utilizada a linhagem tumoral 4T1-Luciferase (4T1-Luc) e avaliadas as concentrações (mg/mL): (6,25); (3,125); (1,562); (0,781); (0,390); (0,195); (0,097); (0,048); (0,024); (0,012); (0,006) mais o controle. O teste foi aplicado também para a nanoemulsão branca - NEB nas mesmas concentrações. Os resultados obtidos para os tratamentos NEW3 e NEB demonstraram que houve uma significativa ( $p < 0,05$ ) redução na viabilidade celular da linhagem 4T1-Luc para os tempos 24, 48 e 72 horas.

Observou-se que os tratamentos contendo a nanoemulsão NEW3 apresentaram um maior intervalo de concentrações que diminuíram a viabilidade das células tumorais em comparação aos tratamentos com o branco NEB. As concentrações acima de 0,195 mg/mL para a NEW3 e 0,781 mg/mL para a NEB reduziram a viabilidade celular da 4T1 - Luc. Já para as concentrações inferiores, a viabilidade manteve-se nos tempos analisados ( $p < 0,05$ ). O presente estudo demonstrou que a nanoemulsão de óleo de peixe (NEW3) enriquecida com os ácidos graxos docosahexaenoico - DHA e eicosapentaenoico - EPA foi capaz de inibir a viabilidade celular da linhagem tumoral 4T1-Luciferase.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kus, m. M. M.; Mancini-filho, j. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes-ácidos graxos: eicosapentaenoico (epa) e docosahexaenoico (dha). Ilsi brasil - international life sciences institute do brasil, v.17, P.1-20, Isbn: 978-85-86126-34-5, 2010.

Hishikawa, d., Valentine, w. J., Iizuka-hishikawa, y., Shindou, h., & Shimizu, t. Metabolism and functions of docosahexaenoic acid-containing membrane glycerophospholipids. Febs letters, v.591, N.18, P.2730-2744, 2017.

Lemay-nedjelski, l., Mason-ennis, j. K., Taibi, a., Comelli, e. M., & Thompson, l. U. Omega-3 polyunsaturated fatty acids time-dependently reduce cell viability and oncogenic microrna-21 expression in estrogen receptor-positive breast cancer cells (mcf-7), int. J. Mol. Sci. V.244, N.19, P. 1-13, 2018.

# Obtención de un biofertilizante a partir de la microalga chlorella sp

## *Obtaining a biofertilizer from the microalgae chlorella sp*

## *Obtendo um biofertilizador da microalga chlorella sp*

**Sergio Alejandro Pedraza Pachón**  
**Magaly Sánchez**  
**Jiovanny López**  
**Adriana ÁlvarezValentina Urrea**

Centro de gestión industrial, tecnólogo en control ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Biofertilizante, biomasa, Chlorella SP, nutrientes, químicos.

## **RESUMEN**

Debido a la aplicación de fertilizantes químicos en el sector agroindustrial para la productividad de cultivos de arroz en el departamento de Casanare, especialmente en los municipios de Pore, Trinidad, San Luis de Palenque y Paz de Ariopo que son los lugares más afectados por esta actividad, ocasionando graves daños ambientales (Anónimo. 2017). La aplicación en exceso o continua de los fertilizantes convencionales acidifica los suelos,

favorece la erosión, afecta los organismos (fauna y flora) y modifica las propiedades fisicoquímicas de los componentes del suelo (Dalia, 2015), alterando directamente su estructura natural y con el tiempo este entra en decadencia de nutrientes, minerales y microorganismos benéficos, que no podrán ser utilizados en una próxima siembra (Ojama, G., Chota, F., Gastón., C.)

Este proyecto tiene la finalidad de obtener un biofertilizante a partir de la microalga *Chlorella* SP para sustituir la fertilización sintética y promover este producto en los sectores afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos en los llanos orientales de Colombia.

Se definieron tres medios de cultivo ideales y las variables necesarias para un crecimiento eficiente de la *Chlorella* como la temperatura, luz solar y carbono. A partir de ello y con la producción eficiente de biomasa, se establecieron las propiedades físico-químicas con las que debe contar un fertilizante de calidad, teniendo en cuenta la norma técnica Colombiana - NTC 5167 del 2011, que establece para la industria agrícola, productos usados como abonos o fertilizantes orgánicos, enmiendas o acondicionadores de suelo y según la tabla 3 de la norma se definen los ensayos y requisitos que deben cumplir para biofertilizantes líquidos.

En el desarrollo del diseño experimental, se caracterizaron los parámetros de carbono orgánico por método Walkey and Black, nitrógeno por Kjeldahl, fósforo por espectrofotometría, pH y conductividad con multiparámetro.

Se seleccionaron los medios de cultivo Basal de Bold y Glucosa para un óptimo crecimiento obteniendo una biomasa de 21g/L con una concentración celular de  $6.5 \times 10^6$  células/mL en un mes continuando con la determinación de los parámetros

fisicoquímicos establecidos por la norma técnica, iniciando por el ensayo de nitrógeno el cual arrojó un valor de 64g/L, carbono de 15,4 g/L, fósforo de 1.93g/L, pH de 8,26 y conductividad de 1366/  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , logrando datos dentro de los parámetros establecidos.

## **ABSTRACT**

*Due to the application of chemical fertilizers in the agro-industrial sector for the productivity of rice crops in the department of Casanare, especially in the municipalities of Pore, Trinidad, San Luis de Palenque and Paz de Ariopo are the places most affected by this activity, causing serious environmental damage (Anonymous. 2017). The excessive or continuous application of conventional fertilizers acidifies the soil, promotes erosion, affects organisms (fauna and flora) and modifies the physicochemical properties of soil components (Dalia, 2015), directly altering their natural structure and over time this one goes into decline of nutrients, minerals and beneficial microorganisms, which cannot be used in a future planting (Ojama, G. , Chota, F. , Gaston. , C. ).*

*This project aims to obtain a biofertilizer from the microalgae *Chlorella SP* to replace synthetic fertilization and promote this product in the sectors affected by the excessive use of chemical fertilizers in the eastern plains of Colombia.*

*Three ideal growing media and the variables necessary for efficient *Chlorella* growth were defined, including temperature, sunlight and carbon. From this and with the efficient production of biomass, the physical-chemical properties were established with which a quality fertilizer must have, taking into account the Colombian technical standard - NTC 5167 of 2011, which establishes for the agricultural industry,*

*products used as organic fertilizers or fertilizers, soil amendments or conditioners and according to table 3 of the standard are defined tests and requirements that must meet for liquid biofertilizers.*

*In the development of the experimental design, the parameters of organic carbon by Walkey and Black method, nitrogen by Kjeldahl, phosphorus by spectrophotometry, pH and conductivity with multiparameter were characterized.*

*The Basal culture media of Bold and Glucose were selected for an optimal growth obtaining a biomass of 21g/L with a cell concentration of  $6.5 \times 10^6$  cells/mL in one month, continuing with the determination of the physical-chemical parameters established by the technical standard, starting with the Nitrogen test which yielded a value of 64g/L, Carbon of 15.4 g/L, Phosphorus of 1.93g/L, pH of 8.26 and conductivity of 1366 $\mu$ s/cm, achieving data within the established parameters.*

## **RESUMO**

*Dado a aplicação de adubos químicos no sector agroindustrial para a produtividade de culturas de arroz no departamento de Casanare, especialmente nas comunas de Poro, de Trindade, San Luis de Palenque e Paz de Ariopo são aos lugares mais tocados por esta atividade, provocando você greves prejuízos ambientais (Anónimo. 2017). A aplicação em excessos ou contínua dos adubos convencionais acidifica os solos, favorece a erosão, afeta os organismos (fauna e flora) e altera as propriedades físico-químicas dos componentes do solo (Dália, 2015), alterando diretamente a sua estrutura natural e com o tempo é entra em decadência nutrientes, minerais e micro-organismos benéficos, que não poderão ser utilizados numa próxima sementeira (Ojama, G., Chota, F., Gastón., C.)*

*Este projeto tem para objetivo obter um biofertilizante a partir micro-algue *Chlorella SP* para substituir a fertilização sintética e promover este produto nos sectores tocados pela utilização excessiva de adubos químicos de nível em Orientais da Colômbia.*

*Definiram-se três meios de cultura ideais e as variáveis necessárias para um crescimento eficaz do *Chlorella* como a temperatura, a luz solar e o carbono. A partir de aquilo e com a produção eficaz de biomassa, estabeleceu-se as propriedades físico-químicas as quais deve dispôr um adubo de qualidade, tendo em conta a norma técnica colombiana - NTC 5167 de 2011, qu ' estabelece para a indústria agrícola, produtos utilizados como adubos ou adubos orgânicos, alterações ou aparelhos de ar condicionado de solo e de acordo com o quadro 3 da norma define os ensaios e as condições que devem realizar para líquidos biofertilizantes.*

*No desenvolvimento da concepção experimental, os parâmetros de carbono orgânico foram caracterizados por método Walkey and Black, azoto por Kjeldahl, Fósforo espectrofotometría, por pH e condutividade ave c multiparamètre.*

*Escolheu-se os meios de cultura Básica Bold e de Glicose para um crescimento ótimo obtendo uma biomassa de 21g/L com uma concentração celular de  $6.5 \times 10^6$  células/mL num mês continuando com a determinação parâmetros física químicos estabelecidos pela norma técnica, iniciando pelo ensaio azota-se o qual fez de aparecer um valor 64g/L, Carbono de 15.4 g/L, Fósforo de 1.93g/L, pH de 8.26 e condutividade de 1366/ $\mu$ s/cm, obtendo dados nos parâmetros estabelecidos.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo, E., Zárate, A., Flores, J. (2011) Propagación de la microalga *Chlorella* sp. En cultivo por lote: Cinética del crecimiento celular. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323627686016.pdf>

Anónimo. (2009). Cultivo y elaboración de un producto comestible de *Chlorella vulgaris*. Obtenido de <https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria17/21.pdf>

Dalia, V. C. (n.d.). Concepto de fertilizantes químicos. Obtenido de <http://ilovemyplanet123.blogspot.com/2012/11/que-es-un-fertilizante-lasplantas-para.html>

Ojama, R., Chota, C., Gastón., C. Efectos de los fertilizantes químicos en el suelo por producción de arroz. Obtenido de [http://conacin.upeu.edu.pe/wp-content/uploads/2014/10/CIn\\_3299.pdf](http://conacin.upeu.edu.pe/wp-content/uploads/2014/10/CIn_3299.pdf)

Pérez, J. (2014) Uso de fertilizantes y su impacto en la producción agrícola. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/39459/1/71782231.2014.pdf>



### **3. Ciencia y tecnología de avanzada con potencial de aplicación industrial**



Fotos tomadas por: Javier Enrique Santana  
 funcionario del SENA

**Desarrollo de un sensor de amonio con base en antocianinas de mora (*rubus glaucus*) mediante electrodos interdigitados de cobre y FR-4**

***(Blackberry anthocyanin (*rubus glaucus*) sensitized ammonia sensor development based on interdigitated copper and FR-4 electrodes)***

***Desenvolvimento de um sensor de amônia baseado em antocianinas de amora-preta (*rubus glaucus*) usando eletrodos de cobre interdigitados e FR-4***

**Paula Juliana García**

**Santiago Beltran Bautista**

**Isabel Sofía Tiga Padilla**

**Yicely Katherine Hernández Gómez**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Tecnoacademia-Semillero de Bioprocesos y Biotecnología Aplicada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha – Colombia.

Grupo CIDEINNOVA, Línea Grupos y Semilleros de Investigación, Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial del SENA, Soacha-Cundinamarca, Colombia.

**Carlos Hernando Niño Riveros**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Tecnoacademia-Semillero de Bioprocesos y Biotecnología Aplicada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Antocianinas, películas sensibilizadas de dióxido de titanio, quimio-sensor, FR-4

## RESUMEN

El desarrollo de quimio-sensores para la detección de aminas y compuestos similares es un área de gran potencial en tecnologías relacionadas con la ingeniería de alimentos y el monitoreo medioambiental para la agricultura de precisión (AP) dado su bajo costo. No obstante, los prototipos existentes aún utilizan técnicas costosas en la elaboración de electrodos interdigitados, como el dopaje de superficies de vidrio con nano-partículas de oro. El desarrollo de sensores de bajo costo es una herramienta esencial para adaptación de tales tecnologías, aumentando su asequibilidad frente a comunidades con menor poder adquisitivo. Este proyecto comprende la optimización del aprovechamiento de las antocianinas en la detección de especies amoniacaes mediante el prototipaje y la evaluación del desempeño de sensores de bajo costo, utilizando electrodos interdigitados de cobre y FR-4. La exploración de nuevas materias primas para el desarrollo de sensores de menor costo contribuye a la adaptación de las tecnologías de AP al contexto colombiano, permitiendo una mayor accesibilidad a tecnologías por parte de la población del sector agropecuario y de la industria de alimentos.

Este proyecto busca diseñar un prototipo de sensor de compuestos nitrogenados mediante el empleo de materiales de bajo costo como las antocianinas de mora, anataca y electrodos interdigitados de cobre y FR-4. Actualmente se realiza la modificación del método de fabricación de sensores sensibilizados para la incorporación de electrodos interdigitados de cobre y FR-4 como material de soporte. Hasta el momento se han establecido los parámetros de reflexión, la resistencia y capacitancia para evaluar el desempeño del sensor en la detección de amonio,

mediante simulaciones del electrodo interdigitados vacío (sin el matriz de anatasa-antocianina). Igualmente, se ha estandarizado una metodología para extracción de la antocianina y la sinterización de la matriz de anatasa en la elaboración del sensor. El presente estudio plantea a la posibilidad de explorar materiales de fácil acceso en la fabricación de sensores químicos.

### **ABSTRACT**

*Chemo-sensors for amines and similar compounds comprehend an area of great potential within food engineering and environmental monitoring for precision agriculture (PA) given its low cost. However, existing prototypes are still made through expensive techniques, regarding interdigitated electrode production; like doping glass surfaces with gold nanoparticle films. Low-cost sensor development is an essential tool for adapting the above-mentioned technologies; thus increasing their affordability by communities with lower purchasing power. This project comprises the optimization of anthocyanin use in ammonia-related-species detection, through the prototyping of low-cost sensors with copper and FR-4 interdigitated electrodes. Moreover it seeks to determine limits of detection for such prototype. The exploration of cheaper materials in the fabrication of sensors contributes to adapting PA technologies to the Colombian context hence allowing greater accessibility by communities in the agricultural sector and the food industry.*

*This study seeks to design an ammonia-related-species sensor prototype with cheap materials such as blackberry anthocyanins, anatase and interdigitated copper and FR-4 electrodes. Currently, the modification of the protocols for manufacturing sensitized sensors is*

*being adapted for the incorporation of interdigitated copper electrodes and FR-4 as support material. So far, in silico simulations for the empty interdigitated electrode (without the anatase-anthocyanin layer) have shown reference patterns for reflection parameters, resistance and capacitance in order to evaluate sensor performance with regards to ammonium detection. Likewise, anthocyanin extraction and anatase matrix sintering protocols have been standardized for the elaboration of the sensor. The present study raises the possibility of exploring easily accessible materials in the manufacture of chemical sensors.*

## **RESUMO**

*Desenvolver chemosensing para a detecção de aminas e compostos similares é uma área de grande potencial relacionada á engenharia de alimentos e monitoramento ambiental para a agricultura de precisão (AP) dadas as suas tecnologias de baixo custo. No entanto, os protótipos existentes ainda utilizam técnicas caras na produção de eletrodos interdigitados, como a dopagem de superfícies de vidro com nanopartículas de ouro. O desenvolvimento de sensores de baixo custo é uma ferramenta essencial para adaptar essas tecnologias, aumentando sua acessibilidade a comunidades com menor poder aquisitivo. Este projeto envolve otimizar a utilização de antocianinas na detecção de espécies amoniacaais através de avaliação do desempenho e de prototipagem de sensores de baixo custo que utilizam eléctrodos de cobre interdigitados e FR-4.*

*Exploração de novas matérias-primas para o desenvolvimento de sensores de baixo custo contribui para a adaptação de tecnologias AP ao contexto colombiano, permitindo maior acesso às tecnologias por parte da população do setor Indústria e alimentos agrícolas. Este projeto*

*visa conceber um protótipo de sensor de compostos de nitrogênio pelo uso de materiais de baixo custo, tais como antocianinas amoreira, anatase e eléctrodos de cobre interdigitados e FR-4. Atualmente, é feita a modificação do método de fabricação de sensores sensibilizados para a incorporação de eletrodos de cobre interdigitados e FR-4 como material de suporte. Até agora, nós estabelecemos os parâmetros de reflexão, a resistência e capacitância para avaliar o desempenho do sensor na detecção de amônio nas simulações de eletrodo interdigitado vácuo (sem a matriz da antocianina-anatásio). Da mesma forma, uma metodologia para a extração de antocianinas e a sinterização da matriz anatase no desenvolvimento do sensor foi padronizada. O presente estudo levanta a possibilidade de explorar materiais de fácil acesso na fabricação de sensores químicos.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, F., & Molano, U. (2013). Wireless Sensor Networks Applied to Optimization in Precision Agriculture for Coffee Crops in Colombia. *Redes de Sensores Inalámbricos Aplicadas a Optimización en Agricultura de Precisión para Cultivos de Café en Colombia*. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 5(1), 46–52. Retrieved from ISSN 2145-2628.
- Hug, H., Bader, M., Mair, P., & Glatzel, T. (2014). Biophotovoltaics: Natural pigments in dye-sensitized solar cells. *Applied Energy*, 115, 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.055>
- Pereira, V. A., de Arruda, I. N. Q., & Stefani, R. (2015). Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (Red Cabbage) as Time-Temperature Indicators for application in

intelligent food packaging. *Food Hydrocolloids*, 43, 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.05.014>

Shahid, M., Shahid-Ul-Islam, & Mohammad, F. (2013). Recent advancements in natural dye applications: A review. *Journal of Cleaner Production*, 53, 310–331. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>

Yanxiao, L., Xiao-bo, Z., Xiao-wei, H., Ji-yong, S., Jie-wen, Z., Holmes, M., & Hao, L. (2015). A new room temperature gas sensor based on pigment-sensitized TiO<sub>2</sub> thin film for amines determination. *Biosensors & Bioelectronics*, 67, 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2014.05.040>

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2–3), 113–132. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)

## **Diseño de prototipo de fermentadora de cacao tipo tambor rotatorio con uso de energía solar**

***Design of prototype of fermentadora of cocoa type drum rotatory with use of solar energy***

***Projeto de protótipo de fermentadora de tipo de cacau rotatório com uso de energia solar***

### **Martínez C.**

Centro de Operación y Mantenimiento Minero, Aprendiz Tecnología en Diseño e Integración de Automatismos Mecatrónicos, Servicio Nacional de Aprendizaje, Valledupar – Colombia.

### **De La Rosa D.**

Universidad Popular del Cesar, Estudiante Facultad Ingeniería Electrónica, Valledupar – Colombia

### **Arzuaga, R.**

Tecnoparque nodo Valledupar, Gestor Línea Ingeniería y Diseño, Valledupar – Colombia

### **Parody A.**

Centro de Operación y Mantenimiento Minero, Profesional SENNOVA, Valledupar – Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Fermentación, cacao, características, tambor, rotatorio.

## RESUMEN

A través del desarrollo del presente trabajo de investigación se busca determinar los beneficios que se obtienen al implementar en el proceso de fermentación del cacao el diseño de un prototipo de fermentadora de tipo tambor rotatorio utilizando la energía solar como fuente de alimentación, teniendo presente la existencia actual de diferentes modelos usados para lograr la fermentación del cacao como es el caso de: cajón sencillo, tipo canoa, cajones en escaleras, bandejas, cajón trapezoidal, lona, montón y el tambor rotatorio, sobre el cual se desarrolla el diseño del prototipo propuesto.

El proceso de beneficio del cacao comprende operaciones indispensables como la cosecha o recolección, la quiebra y desgrane, fermentación, secado, selección, clasificación, empaque y almacenamiento, pero es necesario asegurar que dentro de este, la fermentación reviste gran importancia en el proceso de beneficio, debido a que en esta etapa el grano sufre un proceso de transformación fisicoquímico a través del cual el embrión muere, elimina la pulpa que cubre la semilla y desarrolla aromas, sabores y colores característicos que diferencian la calidad del cacao del tipo de especie cultivada; y del tratamiento post-cosecha es determinante un buen proceso de fermentación porque la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad disminuyen el sabor amargo por la pérdida de theobromina y se producen las reacciones bioquímicas que forman los precursores de los aromas del chocolate. Gutiérrez, M. (2004).

Es necesario en este sentido lograr la adecuada tecnificación del proceso de fermentación del cacao, lo cual conlleva al desarrollo

de estrategias que permitan que los procesos se desarrollen de manera eficiente utilizando las herramientas adecuadas y para tal fin se tiene como objetivo el diseño de un prototipo de fermentadora de cacao tipo tambor rotatorio con uso de energía solar, la cual se desarrollara a través de pasos definidos como lo son: realizar los diseños del prototipo a través de software, llevar a cabo la construcción física del prototipo, implementar un sistema electrónico que controle los giros por eventos pre-programados dependiendo de la especie de cacao y la medición de las variables humedad, temperatura y PH; por último, implementar un sistema de alimentación con paneles solares para energizar el fermentador.

Por medio del diseño planteado busca generar las pautas que permitan establecer la automatización de un proceso que actualmente se desarrolla de forma manual. Buscando brindar facilidad en el manejo y mejorar la calidad del producto en comparación con otro tipo de fermentadores utilizados actualmente.

### **ABSTRACT**

*Through the development of this research work seeks to determine the benefits that are to be implemented in the fermentation of cocoa design of a prototype of fermenter type rotary drum using the solar energy as power supply, bearing in mind the current existence of different models used for the fermentation of cocoa as it is the case of: single drawer, type canoe, drawers in stairs, trays, drawer v, canvas, lot and rotary drum, on which the design of the proposed prototype is developed.*

*The benefit of the cocoa process comprises operations indispensable as the harvest or collection, bankruptcy and shelling, fermentation,*

*drying, selection, classification, packaging and storage, but is necessary to ensure that within this fermentation is of great importance in the process of profit, since at this stage the grain suffers a physico-chemical transformation process through which the embryo dies, removes the pulp that covers the seed and develops aromas, flavors and colors characteristic to they differ the quality of cocoa of the type of cultivated species; treatment post-harvest is determining a good fermentation process by which stock combined and balanced temperature, alcohols, acids, pH and humidity decrease the bitterness at the loss of theobromina and biochemical reactions that occur they are the precursors of the aromas of chocolate. Gutierrez, M. (2004).*

*It is necessary in this respect to achieve the proper modernization of the fermentation process of the cocoa, which leads to the development of strategies that allow that the processes are developed efficiently using the right tools and for this purpose is It is intended to the design of a prototype of fermenter cocoa type rotary drum with use of solar energy, which will be developed through defined steps such as: \* make prototype designs through software, \* carry out construction Physics of the prototype, \* implement an electronic system that controls turns by events pre-programmed depending on the species of cocoa and measurement of variables: humidity, temperature, PH and finally \* implement a feeding system with panels Solar to energize the fermenter.*

*By means of the raised design seeks to generate guidelines that allow to establish the automation of a process that currently takes place manually. Seeking to provide ease of management and improve the quality of the product in comparison with other types of fermenters currently used.*

## RESUMO

*Através desta pesquisa serão determinados os benefícios que são obtidos ao implementar na fermentação do cacau o projeto de um fermentador protótipo tipo tambor rotativo utilizando energia solar como fonte de energia, tendo em vista a existência de diferentes modelos utilizados para alcançar a fermentação. de cacau, como é o caso de: caixa única, tipo canoa, caixas em escadas, bandejas, caixa trapezoidal, lona, pilha e tambor rotativo, em que o protótipo proposto é desenvolvido.*

*O processo do benefício do cacau inclui operações essenciais como colheita, quebra e descasque, fermentação, secagem, classificação, embalagem e armazenamento. É necessário garantir que a fermentação seja de grande importância no processo de produção, pois nesta fase o grão passa por um processo de transformação físico-química através do qual o embrião morre, elimina a polpa que cobre a semente e desenvolve aromas, sabores e características cores que diferenciam a qualidade do cacau do tipo de espécie cultivada; e do tratamento pós-colheita, um bom processo de fermentação é determinante, pois a ação combinada e equilibrada de temperatura, álcoois, ácidos, pH e umidade diminuem o sabor amargo pela perda de teobromina e as reações bioquímicas que formam os precursores dos aromas de chocolate. Gutiérrez, M. (2004).*

*É necessário alcançar a adequada tecnificação do processo de fermentação do cacau, o que leva ao desenvolvimento de estratégias que permitem que os processos sejam desenvolvidos eficientemente utilizando as ferramentas adequadas, e para isso o objetivo é projetar um protótipo de tipo fermentador alimentado por energia solar, que será desenvolvido através de etapas definidas como: \* projeto do protótipo através de software, \* construção do protótipo, \**

*Implantação de sistema eletrônico que controle as voltas por eventos pré-programados dependendo da espécie de cacau e a medição das variáveis: umidade, temperatura, PH e, finalmente, \* Implementar um sistema de energia com painéis solares para energizar o fermentador Por meio do desenho proposto, busca-se gerar as diretrizes que permitem estabelecer a automação de um processo que atualmente é realizado manualmente. Procurando fornecer facilidade de manuseio e melhorar a qualidade do produto em comparação com outros tipos de fermentadores usados atualmente.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botero, E. (2016). Análisis del perfil competitivo de la cadena productiva del cacao en el departamento de Arauca," Equidad y Desarrollo., Vol. 13.
- Galarza, C. (2010). Construcción de un fermentador de tambor rotatorio, para el mejoramiento del proceso de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Técnica de Ambato.
- Gutiérrez, M. (2004). Experiencia de un sistema de fermentación trapezoidal como alternativa para el mejoramiento de calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao*,) en la asociación de pequeños productores de cacao de piura.
- Romero, J. (2016). Incidencia del método de fermentación en la calidad de las almendras y licor de *theobroma cacao* L. tipo nacional. Universidad Técnica de Machala.
- Teneda, W. (2016). Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao. Universidad Internacional de Andalucía

## **4. Formación en química**



# **Prácticas académicas verdes propuesta innovadora en el manejo integral de residuos peligrosos como aporte a la sostenibilidad**

*Green academic practices innovative proposal on the integral handling of hazardous waste as a contribution to sustainability*

*Práticas académicas verdes propuesta inovadora sobre o tratamento integral dos resíduos perigosos como contributo para a sustentabilidade*

## **Lina María Jaramillo Echeverry**

Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia, Armenia, Colombia  
jaramilloelinamaria@miugca.edu.co

## **Ximena Cifuentes Wchima**

Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia, Armenia, Colombia  
defingenieras@ugca.edu.co

## **Johanna Andrea Serna Jimenez**

Universidad la Gran Colombia Seccional Armenia, Armenia, Colombia  
sernajimjohanna@miugca.edu.co

## **Johan Manuel Zuluaga**

Sena Regional Quindío-Pasante

## **PALABRAS CLAVE**

Química Verde, residuos peligrosos (RESPEL), Prácticas Académicas Verdes (PAV), laboratorios, educación ambiental.

## RESUMEN

La generación de residuos en el mundo crece en forma exponencial con respecto al nivel de industrialización de los países, es por ello que la gestión de los residuos químicos generados en las prácticas académicas de las universidades y centros de formación, ha sido estudio en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica, pero en Colombia aún no ha sido explorada, dada la variedad en la gestión de residuos, tratamientos, culturalización de los involucrados y la poca normativa local para laboratorios universitarios y tecnológicos. Desde esta perspectiva es necesario comprender las acciones realizadas en los laboratorios de docencia e investigación de los entes educativos con la finalidad de realizar propuestas ambientales para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los mismos.

Esta investigación permitió plantear la implementación de una propuesta ambiental innovadora que permite predecir, valorar, mitigar, identificar, y corregir los efectos que puedan perturbar el medio ambiente y la calidad de vida en el área de influencia directa e indirecta de los laboratorios, con un valor agregado, el fomento de cultura ambiental clave para las generaciones futuras.

La implementación del protocolo de Prácticas Académicas Verdes en los laboratorios predice los productos, cantidades, almacenamiento y disposición final de RESPEL antes de ser generados, realizando una interacción con los docentes, investigadores, estudiantes y administrativos de la facultad. Esta interacción constante y dinámica genera conocimiento y sensibiliza a todos los actores en el consumo de sustancias químicas y el manejo integral de los residuos peligrosos. Esta estrategia

permitted to decrease the generation of hazardous waste up to 80% in all the developed practices, the minimization in the generation and treatment of waste in more than 5 techniques for the quantification of antioxidants in food and environmental education through the use of the Moodle (OVA) platform allowed approximately 542 engineering students to have contact with the protocol during the years 2014 to 2018, and in this way incorporate the values of environmental protection, generating credibility and confidence in the alternatives of the different systems for the integral management of hazardous waste (RESPEL) and even in the thought of the NO GENERATION and searches for alternatives friendly with the environment.

### **ABSTRACT**

*The generation of waste in the world grows exponentially with respect to the level of industrialization of countries, which is why the management of chemical waste generated in the academic practices of universities and training centers has been studied in Europe, United States and Latin America, but in Colombia has not yet been explored, given the variety in waste management, treatments, culturalization of those involved and little local regulations for university and technology laboratories. From this perspective it is necessary to understand the actions carried out in the teaching and research laboratories of the educational entities with the purpose of making environmental proposals for the evaluation and integral management of the hazardous waste generated in them.*

*This research allowed to propose the implementation of an innovative environmental proposal that allows predicting, assessing, mitigating, identifying, and correcting the effects that may disturb the environment and the quality of life in the area of direct and indirect*

*influence of the laboratories, with a added value in the promotion of key environmental culture in future generations*

*The implementation of the protocol of Green Academic Practices in the laboratories predicts the products, quantities, storage and final disposition of RESPEL before being generated, making an interaction with the faculty, researchers, students and administrative staff of the faculty. This constant and dynamic interaction generates knowledge and sensitizes all the stakeholders in the consumption of chemical substances and the integral management of hazardous waste. This strategy allowed to reduce the generation of hazardous waste by up to 80% in all the practices developed, the minimization in the generation and treatment in the waste of more than 5 techniques for the quantification of antioxidants in food and environmental education through the use of the Moodle platform (OVA) to approximately 542 engineering students have contact with the protocol during the years 2014 to 2018, and in this way incorporate the values of environmental protection, research, generating credibility and trust in the alternatives of the different management systems integral of the RESPEL and even more in the thinking of the NO GENERATION and searches for environmentally friendly alternatives.*

## **RESUMO**

*A geração de resíduos no mundo cresce exponencialmente em relação ao nível de industrialização dos países, razão pela qual a gestão de resíduos químicos gerados nas práticas acadêmicas de universidades e centros de treinamento tem sido estudada na Europa, Estados Unidos e na América Latina, mas na Colômbia ainda não foi explorado, dada a variedade na gestão de resíduos, tratamentos, transmissão de cultura dos envolvidos e pouca regulamentação local*

*para laboratórios universitários e de tecnologia. Nessa perspectiva, é necessário compreender as ações realizadas nos laboratórios de ensino e pesquisa das entidades de ensino com o objetivo de elaborar propostas ambientais para a avaliação e gerenciamento integral dos resíduos perigosos gerados nas mesmas.*

*Esta pesquisa permitiu propor a implementação de uma proposta ambiental inovadora que permita prever, avaliar, mitigar, identificar e corrigir os efeitos que possam perturbar o meio ambiente e a qualidade de vida na área de influência direta e indireta dos laboratórios, com valor acrescentado na promoção da cultura ambiental que é chave nas gerações futuras.*

*A implementação do protocolo de Práticas Acadêmicas Verdes em laboratórios prevê os produtos, quantidades, armazenamento e eliminação do RESPEL antes de ser gerada, criando uma interação com professores, pesquisadores, estudantes, professores e trabalhadores de parte administrativa da universidade. Esta interação constante e dinâmica gera conhecimento e sensibiliza todas as partes interessadas no consumo de substâncias químicas e na gestão integral de resíduos perigosos. Essa estratégia ajudou a reduzir a geração de resíduos perigosos num 80% em todas as práticas desenvolvidas, minimizando a geração e tratamento de resíduos ao longo de 5 técnicas para a quantificação de antioxidantes em alimentos e educação ambiental através do uso de plataforma Moodle (OVA), uma média de 542 estudantes de engenharia tiveram contato com o protocolo durante os anos de 2014 a 2018, e, portanto, incorporaram os valores de proteção ambiental, criaram credibilidade na geração de pesquisa e confiança nas alternativas de gestão de diferentes sistemas integrantes da RESPEL e ainda mais no pensamento da Não Geração e busca alternativas ecologicamente corretas.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Chemical Society Task Force on Laboratory Wasted Management. (1994). Laboratory waste management , a guide book. Washington, Estados Unidos.

ARL SURA- CISTEMA. (2014). Identificación, Rotulado Y Etiquetado De Productos Químicos En Colombia .Centro De Información De Sustancias Químicas, Emergencias Y Medio Ambiente . Bogotá.

Bertini, L. M. (2009). Gestión de Residuos Genrados en Laboratorios de Enseñanza de la Química de Entidades Unviersitarias. Buenos Aires: Universidad Nacional de San Martin.

Corporación Autónoma Regional del Quindío. (2010). Informe de gestión Vigencia 2010. Armenia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2005). Decreto 4741. (2005). Reglamenta la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá D.C.

Ministerio del Medio Ambiente. Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos . (8 de Noviembre de 2011). <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?conID=597&catID=357>. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co>. (s.f.).

# 5. Nanotecnología



Fotos tomadas por: Javier Enrique Santana  
funcionario del SENA

# **Evaluación de la obtención de una solución coloidal de nanopartículas hierro zero valente usando extractos vegetales para remediación de aguas residuales de procesos industriales**

*Evaluation of the obtainment of a colloidal solution of zero value iron nanoparticles using vegetable extracts for remediation of residual waters of industrial processes*

*Avaliação da obtenção de uma solução coloidal de nanopartículas hierro zero valente usando extratos vegetais para remediação de águas residuais de processos industriais*

## **Leidy Camila Sánchez**

Centro de Gestión Industrial, Investigadora SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá, Colombia.

## **Gloria Consuelo Ramirez Ramos**

**Angie Carolina Espinel Calderón**

**Estefanny Montoya Florez**

**Anggi Paola Aponte Martinez**

Centro de Gestión Industrial, Semillerista Nano(R)evolución, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá, Colombia.

## **William Pineda Bolivar**

Centro de Gestión Industrial, Instructor SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá, Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Nanopartículas, agua residuales, metales pesados, síntesis verde.

## RESUMEN

La Nanotecnología actualmente es usada para dar soluciones en diferentes sectores, por ejemplo en el área ambiental se puede realizar la síntesis de nanopartículas (NPS) para remediación de metales pesados de aguas residuales por el fenómeno de absorción, sin embargo, los métodos tradicionales de obtención de NPS se valen de reductores químicos como el boro hidruro de sodio ( $\text{NaHB}_4$ ) que según N, C. R. (2016) permite a las sales de hierro ( $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ ) pasar a  $\text{Fe}^0$  (Hierro Zero Valente) HZV, esta reacción química se caracteriza por ser altamente contaminante ya que genera subproductos no amigables con los ecosistemas, no obstante, según Avilés, E., Mendieta, S. (2017) se puede solucionar este aspecto por medio de la “síntesis verde” (del inglés Green Chemistry) dónde se usan diferentes partes de plantas con alto contenido de antioxidantes (flavonoides, antraquinonas y taninos) para remplazar agentes reductores convencionales. Este proyecto de investigación busca realizar la síntesis verde HZV a partir de extracto de hojas de aguacate “Persea americana Mill” por medio de la reducción de los iones  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$  en una suspensión coloidal, también evalúa la relación del impacto ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) y el costo de la producción y rentabilidad.

Para este fin se diseñó un análisis de experimentos factorial tipo (Experimentos= $2K+r$ ) donde  $K$ = número de variables,  $r$  = Repeticiones y  $N$  = Variación de los factores, arrojando un total de 18 ensayos con tres variables (temperatura, concentración de sal de hierro y concentración de extracto natural) y cuatro respuestas (pico de anchura, pico de anchura medio, tamaño promedio de partícula y concentración de nanopartículas en la solución). Para

la síntesis se usó extracto etanólico concentrado de hoja de aguacate "Persea americana Mill" (1714 ppm; según el método de Folin Ciocalteu) con variación desde 10%v/v hasta el 30%v/v, se utilizó como precursor metálico solución acuosa de  $\text{FeCl}_3$ , con concentraciones (0,1-1) mM, velocidad de agitación en la síntesis a 450 rpm, pH rango cercano al neutro (6.5-7.5) mediante una solución buffer de fosfatos, se llevó a una solución final de 100 mL y tiempo de reacción de 45 minutos, al producto final se almacenó en tubos ependorf de 100 mL en refrigeración para posterior análisis por espectrofotometría UV-Vis (plasmon de resonancia) donde las muestras que presentan NHZ revelan un pico de absorción en un rango de longitud de onda de 360-370nm; finalmente se realizó un análisis en el ancho total a media altura, abreviada FWHM (del inglés Full Width at Half Maximum), obteniendo un rango de dispersión de tamaño de partícula estimado entre 120 nm-280nm, luego se caracterizó la solución por microscopia de fuerza atómica (AFM), en modo de no contacto (NCRL), observando partículas de diversos diámetros que pueden ir desde 60nm hasta 9  $\mu\text{m}$ ; la forma de las partículas que se espera encontrar es esférica. Estas NPS obtenidas, se están aplicando en una muestra de un vertimiento (Quintero, H. D. O., 2015) de agua residual de un proceso minero, donde previamente se caracterizaron sus parámetros físicos y químicos (pH, Acidez, OD, DQO, DBO, % Hg, % As, % Cr y % Pb) para evaluar los porcentajes de remoción de mercurio, arsénico y cromo por colorimetría y absorción atómica.

## ABSTRACT

Nanotechnology is currently used to provide solutions in different sectors, for example in the environmental area can be made the synthesis of nanoparticles (NPS) for remediation of heavy metals wastewater by the absorption phenomenon, however the traditional methods of obtaining NPS use chemical reducers such as boron sodium hydride ( $\text{NaHB}_4$ ) which according to N, CR (2016) allows the iron salts ( $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Fe}^{2+}$ ) to pass to  $\text{Fe}^0$  (Iron Zero Valente) HZV, this chemical reaction is characterized by be highly polluting since it generates byproducts not friendly to Ecosystems, however according to Avilés, E., Mendieta, S. (2017) this aspect can be solved by means of the "green synthesis" (from the English Green Chemistry) where they are used different parts of plants with high content of antioxidants (Flavonoids, Anthraquinones and Tannins) to replace conventional reducing agents. In this research project seeks to make the HZV green synthesis from avocado leaf extract "*Persea americana Mill*" by means of the reduction of  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Fe}^{2+}$  ions in a colloidal suspension, in addition the environmental impact relation is also evaluated ( Ministry of Environment and Sustainable Development, 2015), the cost of production and profitability.

For this purpose, an analysis of factorial type experiments (Experiments =  $2K+r$ ) was designed where  $K$  = number of variables,  $r$  = Repetitions and  $N$  = Variation of the factors, yielding a total of 18 tests with three variables (temperature, concentration of iron salt and concentration of natural extract) and four responses (peak width, average width peak, average particle size and concentration of nanoparticles in the solution).

For the synthesis of use concentrated ethanol extract of avocado leaf "*Persea americana Mill*" (1714 ppm, according to the method of

*Folin Ciocalteu) with variation from 10% v / v to 30% v / v, is used as a metallic precursor solution Aqueous FeCl<sub>3</sub>, with concentrations (0.1-1) mM, agitation speed in the synthesis at 450 rpm, pH range close to the neutral (6.5-7.5) using a phosphate buffer solution, a final solution of 100 mL and reaction time of 45 minutes was taken, the final product was stored in 100 mL ependorf tubes in refrigeration for further analysis by spectrophotometry UV-Vis (resonance plasmon) where samples showing NHZ show an absorption peak in a wavelength range of 360-370nm; finally an analysis is made the total width at half height, abbreviated FWHM (from English Full Width at Half Maximum), obtaining a dispersion range of estimated particle size between 120 nm-280nm, then the solution is characterized by atomic force microscopy (AFM), in non-contact mode (NCRL), observing particles of various diameters that can range from 60 nm to 9 μm; the shape of the particles expected to be found is spherical. These NPS obtained are being applied in a sample of a discharge (Quintero, HDO, 2015) of residual water from a mining process, where previously its physical and chemical parameters were characterized (pH, Acidity, OD, COD, BOD,% Hg, % As,% Cr and% Pb) to evaluate the percentages of removal of mercury, arsenic and chromium by colorimetry and atomic absorption.*

## RESUMO

*A nanotecnologia é atualmente utilizada para fornecer soluções em diferentes setores, por exemplo, na área ambiental pode ser feita a síntese de nanopartículas (NPS) para remediação de efluentes de metais pesados pelo fenômeno de absorção, porém os métodos tradicionais de obtenção de NPS utilizam redutores químicos como o hidreto de boro e sódio (NaHB<sub>4</sub>) que segundo N, CR (2016) permite que os sais de ferro (Fe<sup>3+</sup> + e Fe<sup>2+</sup>) passem para Fe<sup>0</sup> (Ferro Zero Valente) HZV, essa*

reação química é caracterizada por ser altamente poluente, pois gera subprodutos não amigável aos Ecossistemas, porém segundo Avilés, E., Mendieta, S. (2017) este aspecto pode ser resolvido por meio da "síntese verde" (da química verde inglesa) onde são utilizadas diferentes partes de plantas com alta conteúdo de antioxidantes (flavonóides, antraquinonas e taninos) para substituir agentes redutores convencionais. Neste projeto de pesquisa pretende-se realizar a síntese verde do HZV a partir do extrato de abacateiro "Persea americana Mill" por meio da redução de íons  $Fe^{3+}$  e  $Fe^{2+}$  em suspensão coloidal, além da relação impacto ambiental também ser avaliada (Ministério do Meio Ambiente e Sustentabilidade Desenvolvimento, 2015), o custo de produção e rentabilidade.

Para este propósito, uma análise de experimentos fatoriais (Experimentos =  $2K + r$ ) foi projetada onde  $K$  = número de variáveis,  $r$  = Repetições e  $N$  = Variação dos fatores, resultando em um total de 18 testes com três variáveis (temperatura, concentração de sal de ferro e concentração de extrato natural) e quatro respostas (largura de pico, pico médio de largura, tamanho médio de partícula e concentração de nanopartículas na solução).

Para a síntese do uso do extrato etanólico concentrado do abacateiro "Persea americana Mill" (1714 ppm, segundo o método de Folin Ciocalteu) com variação de 10% v / v a 30% v / v, é utilizado como solução precursora metálica  $FeCl_3$  aquoso, com concentrações (0,1-1) mM, velocidade de agitação na síntese a 450 rpm, faixa de pH próxima ao neutro (6,5-7,5) usando solução tampão fosfato, solução final de 100 mL e tempo de reação de 45 minutos foi tomado, o produto final foi armazenado em tubos de 100 mL ependorf em refrigeração para posterior análise por espectrofotometria UV-Vis (ressonância plasmônica) onde amostras mostrando NHZ mostram

*um pico de absorção em uma faixa de comprimento de onda de 360-370nm; finalmente é feita uma análise da largura total a meia altura, abreviada FWHM (da largura total inglesa até a metade máxima), obtendo-se uma faixa de dispersão de tamanho de partícula estimada entre 120 nm-280nm, então a solução é caracterizada por microscopia de força atômica (AFM) , em modo sem contato (NCRL), observando partículas de vários diâmetros que podem variar de 60 nm a 9 µm; a forma das partículas que se espera encontrar é esférica. Estes NPS obtidos estão sendo aplicados em uma amostra de uma descarga (Quintero, HDO, 2015) de água residual de um processo de mineração, onde anteriormente foram caracterizados seus parâmetros físicos e químicos (pH, Acidez, OD, COD, DBO, % Hg, % As, % Cr e % Pb) para avaliar as porcentagens de remoção de mercúrio, arsênio e cromo por colorimetria e absorção atômica.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avilés, E., & Mendieta, S. (2017). Síntesis de nanopartículas de hierro cerivalente a partir de extractos frutales con propiedades reductoras. "Prunusserotina subsp". Capulí y "Diospyrosdigyna". Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21618/1/401-1270>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Minambiente presenta nueva Norma de Vertimientos que permitirá mejorar la calidad agua del país | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Retrieved May 3, 2018, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/1700-minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>

N, C. R. (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Nanotecnología para el tratamiento de aguas, 135. Retrieved from [https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/05\\_TECNOLOGIAS\\_HABILITANTES/VT\\_NANOTECNOLOGIA-AGUAS\\_ITM.pdf](https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/05_TECNOLOGIAS_HABILITANTES/VT_NANOTECNOLOGIA-AGUAS_ITM.pdf)

Quintero, H. D. O. (2015). Permisos de vertimientos: Corponariño – Centro Ambiental Sur. Boletín, 2(2). Retrieved from <http://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/813/737>

Saltos Estrella, C. V. (2016). Síntesis de nanopartículas de hierro cerivalentes (FeNPs) usadas para la remoción de colorant Fe<sup>3+</sup> y Fe<sup>2+</sup> es en agua. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/1322>

# **Evaluación de una suspensión de nanopartículas de dióxido de titanio con incorporación de plata sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de espinaca (spinacia oleracea)**

*Assessment of a suspension of titanium dioxide nanoparticles incorporated with silver on the growth and development of spinach plants (spinacia oleracea)*

*Avaliação da suspensão de nanopartículas de dióxido de titânio com incorporação de prata no crescimento e desenvolvimento de plantas de espinafre (spinacia oleracea)*

**Fernando Gordillo Delgado**  
**Jakeline Zuluaga Acosta**  
**Benyi Juliana Marín Gallego**

Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión (GICADE), Universidad del Quindío, 630004, Armenia, Quindío-Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Nano partículas de  $\text{TiO}_2\text{-Ag}$ , Spinacia oleracea, foto acústica.

## **RESUMEN**

La espinaca (*Spinacia oleracea*) es un alimento bajo en calorías, con poco contenido de grasa y proteína, que aporta fibra y micronutrientes como vitaminas y minerales, especialmente hierro. En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de una suspensión de nanopartículas (NPs) de dióxido de titanio, a las que se les incorporó plata, sobre el desarrollo y crecimiento de esta planta. Las NPs se obtuvieron por medio de un proceso sol-

gel y tratamiento térmico y fueron caracterizadas por difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido; el efecto de la inoculación de éstas en las plantas se midió a través del monitoreo de parámetros morfológicos como ancho y largo de hoja, altura y número de hojas emitidas y se estimó la fitotoxicidad, valorando el tiempo medio y la tasa de germinación.

La evaluación de la actividad fotosintética se hizo a través de la cuantificación de la Razón de Evolución de Oxígeno (REO) con la técnica fotoacústica y por medio de espectroscopía infrarroja por Transformadas de Fourier se verificó la estabilidad de la composición de los tejidos vegetales con el tratamiento. Los tamaños promedio de las NPs fueron de  $28.0 \pm 0.6$ ,  $10.9 \pm 0.4$ ,  $8.3 \pm 0.4$  y  $7.3 \pm 0.1$  nm, luego de la sinterización a 600, 500, 400 y 300 °C, respectivamente, y a través de espectroscopía de energía dispersiva se confirmó la presencia de la plata en las muestras en polvo. Mediante análisis de varianza (ANOVA) se constató que en el experimento las variables dependientes (crecimiento de plantas) son afectadas por los factores evaluados (concentración y tamaño de partícula en la suspensión), ya que se encontraron p-valores inferiores a 0.05; lo que indica que las diferencias son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%.

La tendencia estadística de los datos indicó que con la menor concentración y tamaño de partícula de la suspensión aplicada es mayor el crecimiento y desarrollo de la planta en comparación con las del grupo control (sin tratamiento). Un comportamiento similar se observó en la REO de las plantas; las inoculadas con la suspensión de NPs de tamaño y concentración más baja presentaron un valor de  $24,6 \pm 0.2$  %, mientras que para el grupo control fue de  $20,2 \pm 0.2$  %. Esto se puede explicar teniendo en

cuenta que con la asimilación del producto, posiblemente se obtienen especies reactivas de oxígeno, actividad antimicrobiana, incremento de atributos bioquímicos, actividad enzimática y cambios en la absorción de agua.

## **ABSTRACT**

*Spinach (*Spinacia oleracea*) is a low-calorie food, with little fat and protein, which provides fiber and micronutrients such as vitamins and minerals, especially iron. In this work, the application effect of a suspension of silver-incorporated titanium dioxide nanoparticles (NPs) on the development and growth of this plant was evaluated. The NPs were obtained by means of a sol-gel process and thermal treatment, these samples were characterized by X-ray diffraction and scanning electron microscopy; the NPs inoculation consequence on the plants was measured through the monitoring of morphological parameters such as width and length of the leaf, height, emitted leaves quantity and the phytotoxicity, which was assessed with the mean time and germination rate.*

*The photosynthetic activity evaluation was done through the quantification of the Rate of Oxygen Evolution (ROE) with the photoacoustic technique, while unaltered-composition of plants treated with NPs was verified by means of Fourier transform infrared spectroscopy. The average sizes of NPs were  $28.0 \pm 0.6$ ,  $10.9 \pm 0.4$ ,  $8.3 \pm 0.4$  and  $7.3 \pm 0.1$  nm, after sintering at 600, 500, 400 and 300 °C, respectively, and analysis through energy-dispersive spectroscopy confirmed the presence of silver in the powder samples. The P-values lower than 0.05 in an Analysis of Variance (ANOVA) show that in the experiment the dependent variables (plant growth) are affected by the*

*evaluated factors (concentration and particle size in the suspension) with significant differences of 95 % confidence level. The statistical trend of the data indicated that with the lowest concentration and particle size of the applied suspension, the growth and development of the plant is greater compared to those of the control group (non-treated). A similar behavior was observed in the ROE of the plants; those inoculated with the NPs suspension of smallest size and concentration had a value of  $24.6 \pm 0.2$  %, while for the control group it was  $20.2 \pm 0.2$  %. It can be explained taking into account that reactive oxygen species, antimicrobial activity, increasing of biochemical attributes, enzymatic activity and changes in water absorption could be are obtained with the assimilation of the product.*

## **RESUMO**

*Espinafre (*Spinacia oleracea*) é um alimento de baixo teor calórico, com pouca gordura e de proteína, que fornece fibras e micronutrientes tais como vitaminas e minerais, especialmente o ferro. Neste estudo foi avaliado o efeito da aplicação de uma suspensão de nanopartículas (PN) de dióxido de titânio, os quais são incorporados de prata sobre o desenvolvimento e o crescimento da planta. Os NPs foram obtidos por meio de um processo sol-gel e tratamento térmico e foram caracterizados por difração de raios-X e microscopia eletrônica de varredura; o efeito da inoculação das plantas foi medida por parâmetros de monitorização, tais como a largura morfológica folha e comprimento, altura e número de folhas de emissão e de fitotoxicidade foi estimada, avaliando o tempo médio e a taxa de germinação.*

*A avaliação da actividade fotossintética foi através da quantificação da proporção de evolução de oxigénio (REO) com a técnica fotoacústica*

*e por espectroscopia de infravermelho, de transformada de Fourier a estabilidade da composição de tecidos de plantas foi verificada com tratamento Os tamanhos médios de NPs foram  $28,0 \pm 0,6$ ,  $10,9 \pm 0,4$ ,  $8,3 \pm 0,4$  e  $7,3 \pm 0,1$  nm, após a sinterização a 600, 500, 400 e 300 ° C, respectivamente, e por meio de espectroscopia por energia dispersiva é confirmou a presença de prata nas amostras de pó. Por análise de variância (ANOVA) revelou que nos variáveis dependentes da experiência (de crescimento) são afectados por factores avaliados (tamanho e concentração de partículas em suspensão), e eles foram encontrados valores de p inferior a 0,05; o que indica que as diferenças são estatisticamente significativas com um nível de confiança de 95%.*

*A tendência estatística dos dados indicou que o tamanho de partícula menor concentração e da suspensão é aplicado um maior crescimento e desenvolvimento da planta em comparação com o grupo controlo (não tratado). Comportamento semelhante foi observado no REO das plantas; aqueles inoculados com a suspensão de NPs de menor tamanho e concentração apresentaram um valor de  $24,6 \pm 0,2\%$ , enquanto para o grupo controle foi de  $20,2 \pm 0,2\%$ . Isto pode ser explicado considerando que a adopção do produto, possivelmente, as espécies de oxigénio reactivas, actividade antimicrobiana, o aumento atributos bioquímicos, a actividade da enzima e as mudanças são obtidos na absorção de água.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, T., Ahmed, A., Alam, U., Uddin, I., Tripathi, P., & Muneer, M. (2018). Enhanced photocatalytic and antibacterial activities of Ag-doped TiO<sub>2</sub> nanoparticles under visible light. *Materials Chemistry and Physics*, 212, 325–335. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2018.03.052>
- Cox, A., Venkatachalam, P., Sahi, S., & Sharma, N. (2017). Reprint of: Silver and titanium dioxide nanoparticle toxicity in plants: A review of current research. *Plant Physiology and Biochemistry*, 110, 33–49. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.08.007>
- Feizi, H., Kamali, M., Jafari, L., & Rezvani Moghaddam, P. (2013). Phytotoxicity and stimulatory impacts of nanosized and bulk titanium dioxide on fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Chemosphere*, 91(4), 506–511. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.12.012>
- Siddiqui, M. H., Al-Wahaibi, M. H., & Mohammad, F. (2015). Nanotechnology and plant sciences: Nanoparticles and their impact on plants. In *Nanotechnology and Plant Sciences: Nanoparticles and Their Impact on Plants* (pp. 1–303). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14502-0>
- Zheng, L., Hong, F., Lu, S., & Liu, C. (2005). Effect of nano-TiO<sub>2</sub> on strength of naturally aged seeds and growth of spinach. *Biological Trace Element Research*, 104(1), 083–092. <https://doi.org/10.1385/BTER:104:1:083>

**Evaluación del efecto antimicrobial de nanopartículas de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), para inhibición del hongo fusarium solani en cultivos de palma africana**

*Evaluation of the antimicrobial effect of nanoparticles of titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ), for inhibition of the fungus fusarium solani in african palm crops*

*Avaliação do efeito antimicrobiano de nanopartículas de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), por inibição do fungo fusarium solani em plantas de palma africana*

**Samuel Alejandro Monclou Salcedo**

Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana [Sede Central],  
Medellín - Colombia

**Sandra Natalia Correa Torres**

**María Irene Kopytko**

**Diana Marcela Vesga Guzmán**

Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional  
Bucaramanga – Colombia

**Adriana Patricia Herrera Barros**

Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Cartagena [Sede Piedra de  
Bolívar], Cartagena - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Fusarium solani, nanopartículas de óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), pudrición del cogollo (PC),

## RESUMEN

El municipio de Puerto Wilches, Santander (Colombia), ha sufrido desde el 2011 el efecto de la enfermedad pudrición del cogollo (PC) en cultivos de palma de aceite africana. Para la erradicación de la PC se han realizado varios intentos, como la utilización de pesticidas y fertilizantes o la eliminación completa de plantas. El presente estudio proporciona una metodología que evaluó la capacidad antimicrobial de nanopartículas (NPs) producidas a partir de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) en la inhibición del hongo *Fusarium solani*, precursor del PC. Este proyecto se realizó en tres fases; la primera fase consistió en la inoculación del hongo *Fusarium solani*, aislado en medios de cultivo Sabouraud y previamente identificado mediante un análisis filogenético.

En la segunda fase se realizó la síntesis de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> por dos vías, síntesis biológica y química, la síntesis biológica de NPs-TiO<sub>2</sub> se elaboró por medio de extractos vegetales de hojas de palma africana, junto al agente precursor tetraisopropóxido de titanio; la síntesis química usando el procedimiento de precursor polimérico para obtención de resinas, método Pechini. Las nanopartículas sintetizadas fueron analizadas por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) con el fin de determinar su estructura, tamaño (14.60 nm aprox.) y morfología. En la tercera fase se aplicaron las nanopartículas, junto a un diseño experimental 23, donde se evaluaron como variables el tiempo de contacto de las nanopartículas con el hongo entre los rangos de 24 - 72 horas, adicionalmente, la concentración de nanopartículas entre 100 y 400 ppm.

En esta fase se analizó el efecto antimicrobial de las nanopartículas mediante crecimiento del hongo en medio de cultivo,

determinando el porcentaje de crecimiento radial. Dentro de los resultados se encontró que la concentración más efectiva para la inhibición del hongo fue de 400 ppm y los tiempos óptimos demuestran su efectividad de 24 a 72 horas de seguimiento, analizando variables por medio de ANOVA y permitiendo diferenciar la efectividad de las nanopartículas por cada una de las metodologías, representando un 88.5% de inhibición para las nanopartículas sintetizadas por el método Pechini, y un 95.75% de inhibición para aquellas sintetizadas mediante el uso de extractos vegetales y precursor. Finalmente, en la observación macroscópica de los cultivos del hongo *Fusarium solani* se determinó la aparición de hongos ambientales, con características completamente diferentes a las del hongo objeto de estudio, demostrando así, que las nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  han logrado disminuir exitosamente el crecimiento del hongo *Fusarium solani*.

### **ABSTRACT**

*The municipality of Puerto Wilches, Santander (Colombia), has suffered since 2011 the effect of Bud Rot Disease (BRD) in African oil palm crops. Several attempts have been made for BRD eradication, such as the use of pesticides and fertilizers or the complete elimination of plants. The present study provides a methodology that evaluated the antimicrobial capacity of nanoparticles (NPs) produced from titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) in the inhibition of the fungus *Fusarium solani*, BRD's precursor. This project was carried out in three phases. The first phase consisted in the inoculation of *Fusarium solani* fungus, isolated in Sabouraud culture media and previously identified by a phylogenetic analysis. In the second phase, the synthesis of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles was carried out in two ways, biological and chemical synthesis. The biological synthesis of*

*NPs-TiO<sub>2</sub> was elaborated by plant extracts of African palm leaves, and precursor agent Titanium Tetraisopropoxide; chemical synthesis used the obtaining-resins polymer precursor procedure, Pechini method. The synthesized nanoparticles were analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM) to determine their structure, size (approx. 14.60 nm) and morphology. In the third phase the nanoparticles were applied together with an experimental design 23, where nanoparticles contact time with the fungus between the ranges of 24-72 hours was evaluated as variables, additionally the nanoparticle concentration between 100 and 400 ppm (parts per million) was evaluated. In this phase the antimicrobial effect of the nanoparticles was analyzed by growth of the fungus in culture media, determining percentage of radial growth. Within the results it was found that the most effective concentration for fungus inhibition was 400 ppm and the optimal times demonstrate its effectiveness from 24 to 72 hours of follow-up, analyzing variables by means of ANOVA and allowing to differentiate the effectiveness of the nanoparticles by each of the methodologies, representing an 88.5% inhibition for the nanoparticles synthesized by the Pechini method, and a 95.75% inhibition for those synthesized by the use of plant extracts and precursor. Finally, in the macroscopic observation of fungus *Fusarium solani* cultures, the appearance of environmental fungi was determined, with completely different characteristics from those of the fungus under study, thus demonstrating that TiO<sub>2</sub> nanoparticles have successfully reduced the growth of fungus *Fusarium solani*.*

## **RESUMO**

*O município do Puerto Wilches, Santander, sofreu desde 2011, o efeito da doença africana Bole para podridão de colheitas (PC) do óleo de palma. Para a erradicação do PC, tem havido várias tentativas,*

tais como o uso de pesticidas e fertilizantes ou eliminação total das plantas. O presente estudo fornece uma metodologia que avaliou a capacidade antimicrobiana das nanopartículas (NPs) produzidas a partir do dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) na inibição do fungo *Fusarium solani*, precursor do PC. Este projeto foi realizado em três fases. A primeira fase consistiu da inoculação do fungo *Fusarium solani*, isolada em cultura Sabouraud media e previamente identificados através do análise filogenética. Na segunda fase foi a síntese das nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  por duas vias, biológico e químico do síntese. NPs- $\text{TiO}_2$  síntese biológica foi preparado por meio dos extratos de plantas da folhas da palmeira africana, juntamente com o titânio do agente precursor Tetraisopropoxido; síntese química, utilizando o procedimento dos precursores poliméricos para obtenção das resinas, método Pechini.

Nanopartículas sintetizadas foram analisadas por microscopia eletrônica da varredura (MEV), a fim do determinar a sua estrutura, tamanho (14.60 nm aprox) e morfologia. As terceira fase aplicado nanopartículas, ao lado do um desenho experimental 23, onde avaliou como variável nanopartículas contacte tempo com o fungo dentro das fileiras do 24-72 horas, além do avaliar a concentração das nanopartículas entre 100 e 400 ppm. Nesta fase, nós exploramos as nanopartículas do efeito antimicrobiano pelo crescimento do fungo no meio do cultura, determinação da taxa de crescimento radial. Entre os resultados foi encontrado para ser a mais eficaz concentração para inibição do fungo de 400 ppm e os tempos ideais demonstram sua eficácia de 24 a 72 horas do rastreamento, analisando as variáveis através do ANOVA e permitindo diferenciam o eficácia das nanopartículas por cada uma das metodologias, representando uma inibição de 88,5% para nanopartículas sintetizadas pelo método Pechini e uma inibição 95.75% para aqueles sintetizados com o uso de extratos vegetais e precursor. Finalmente, na observação macroscópica das culturas do

*fungo Fusarium solani foi determinado o aparecimento dos fungos ambientais, com características completamente diferentes do fungo em estudo, demonstrando que as nanopartículas de TiO<sub>2</sub> têm capaz de diminuir com êxito o crescimento do fungo Fusarium solani.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ipohorski, M. (2011). Una mirada al microscopio electrónico de barrido. Materiales, (Hojitas de conocimiento), 51–52.

Lira-Saldivar, R., & Méndez-Argüello, B. (2016). Agronano Tecnología: Nueva Frontera De La Revolución Verde. Saltillo, Coahuila, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT. Recuperado a partir de [https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/149/1/Libro\\_Agronano\\_tecnologia.pdf](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/149/1/Libro_Agronano_tecnologia.pdf)

Ochoa, Y., Ortegón, Y., Vargas, M., & Páez, J. E. R. (2009). Síntesis de TiO<sub>2</sub>, fase anatasa, por el método pechini. y materiales. Revista latinoamericana de metalurgia, 1(3), 931–937. Recuperado a partir de [www.rlmm.org/archives.php?f=/archivos/S01/N3/RLMMArt-09S01N3-p931.pdf](http://www.rlmm.org/archives.php?f=/archivos/S01/N3/RLMMArt-09S01N3-p931.pdf)

Ramírez, M., & Benítez, E. (2013). Pudrición del Cogollo PC (Phytophthora palmivora). La terrible enfermedad que ataca a la palma de aceite. Recuperado el 1 de noviembre de 2017, a partir de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pudricion-del-cogollo>

Tapia, C., & Amaro, J. (2014). Género Fusarium. Retrato Microbiológico, 31(1), 85–86.

# Síntesis y caracterización de películas nano estructuradas de dióxido de titanio para su aplicación en celdas solares

*Synthesis and characterization of nanostructured films of titanium dioxide for application in solar cells*

*Síntese e caracterização de filmes nanoestruturados de dióxido de titânio para aplicação em células solares*

**Rosa Valentina Mazonas Vanegas**  
**Valentina Granados Torres**  
**Santiago Andrey Díaz**

Semillero de Investigación MICRONANOTEC, Línea de Nanotecnología.  
Complejo Cazucá y Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial del SENA,  
Soacha-Cundinamarca, Colombia.

**Angela Marcela Peña Díaz**  
Grupo CIDEINNOVA, Línea de Nanotecnología, Complejo Cazucá y Centro  
Industrial y de Desarrollo Empresarial del SENA,  
Soacha-Cundinamarca, Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Películas de  $TiO_2$ , anatasa, rutilo, técnica Spin coating, técnica Doctor Blade.

## RESUMEN

En el marco del proyecto "Celda solar sensibilizada con colorantes naturales a partir de antocianina y  $\text{TiO}_2$  como aplicación de energía alternativa", que adelanta el grupo de investigación CIDEINNOVA, surge la necesidad de sintetizar una película delgada que permita mejorar la eficiencia energética del prototipo.

Las películas nanoestructuradas de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) han sido reportadas en la literatura como el principal material semiconductor en las celdas solares sensibilizadas con colorantes, debido a sus propiedades ópticas, eléctricas y fotocatalíticas. El compuesto de  $\text{TiO}_2$  se encuentra en formas cristalinas como la anatasa, el rutilo y la brookita, siendo las dos primeras, las más usadas en la elaboración de películas. Esta investigación propuso determinar ¿Con cuál técnica y forma de  $\text{TiO}_2$  se logra una película promisoría como fotoánodo para una celda solar más eficiente?

A partir de esta pregunta, se formuló como objetivo, comparar las características morfológicas y topológicas de las películas de  $\text{TiO}_2$  analizando sus implicaciones en la eficiencia energética de la celda solar. Para la elaboración de películas se utilizaron formas comerciales de nanopartículas de anatasa y rutilo y se depositaron en sustratos de vidrio bajo las técnicas de Doctor Blade y Spin Coating, estandarizando los protocolos de fijación en cada caso. Se realizó una caracterización de las películas por microscopía electrónica utilizando el equipo de referencia JEOL NeoScope JCM 5000. Entre los resultados preliminares se encuentran las micrografías que muestran una mayor rugosidad en las películas formadas a partir de anatasa y bajo la técnica de Doctor Blade, en la que se identificaron nanopartículas con una distribución de

tamaños entre 200nm y 800nm. Contrastando estos primeros resultados con otros estudios en este campo, se concluyó que las técnicas utilizadas presentan algunas diferencias en la topología de las películas, relacionadas a la rugosidad y distribución de tamaño de partículas. Además, se obtienen superficies heterogéneas en las películas que se prepararon a base de anatasa, siendo un factor que puede incidir positivamente en el transporte de electrones y por tanto, aumentar el rendimiento de la celda. Como perspectiva de esta investigación, se espera que la aplicación de películas de  $\text{TiO}_2$  en su forma anatasa en contacto con las antocianinas, amplíen el espectro de absorción a la región visible, mejorando la eficiencia de la celda solar.

### **ABSTRACT**

*Within the framework of the project "Solar cell sensitized with natural dyes from anthocyanin and  $\text{TiO}_2$  as an alternative energy application", carried out by the CIDEINNOVA research group, arises the need to synthesize a thin film to improve the energy efficiency of the prototype.*

*The nanostructured films of Titanium Dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) have been reported in the literature as the main semiconductor material in dye-sensitized solar cells, due to their optical, electrical and photocatalytic properties. The  $\text{TiO}_2$  compound is found in crystalline forms such as anatase, rutile and brookite, the first two being the most used in the production of films. This research proposed to determine with what technique and form of  $\text{TiO}_2$  a promising film is achieved as a photoanode for a more efficient solar cell? Based on this question, the aim was to compare the morphological and topological characteristics of  $\text{TiO}_2$  films by analyzing their implications for the energy efficiency of the solar cell. For the production of films, commercial forms of anatase and rutile*

*nanoparticles were used and deposited on glass substrates under the techniques of Doctor blade and Spin coating, standardizing the fixation protocols in each case. A characterization of the films was performed by electron microscopy using the JEOL NeoScope JCM 5000 reference equipment. Among the preliminary results are the micrographs that show a greater roughness in the films formed from anatase and under the Doctor blade technique, in which identified nanoparticles with a size distribution between 200nm and 800nm. Contrasting these first results with other studies in this field, it can be concluded that the techniques used present some differences in the topology of the films, related to the roughness and particle size distribution. In addition, heterogeneous surfaces are obtained in the films that were prepared based on anatase, being a factor that can have a positive effect on the transport of electrons and, therefore, increase the performance of the cell.*

*As a perspective of this research, it is expected that the application of  $TiO_2$  films in their anatase form in contact with the anthocyanins, will extend the absorption spectrum to the visible region, improving the efficiency of the solar cell.*

## **RESUMO**

*No âmbito do projeto "Células solares sensibilizadas com corantes naturais de antocianina e  $TiO_2$  como a aplicação de energia alternativa", que avança o grupo de pesquisa CIDEINNOVA, surge a necessidade de sintetizar uma fina película para melhorar a eficiência energética do protótipo. Os filmes nanoestruturados de dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) têm sido relatados na literatura como o material principal semiconductor em células solares sensibilizadas com corantes devido às suas propriedades ópticas, eléctricas e fotocatalíticas. O composto*

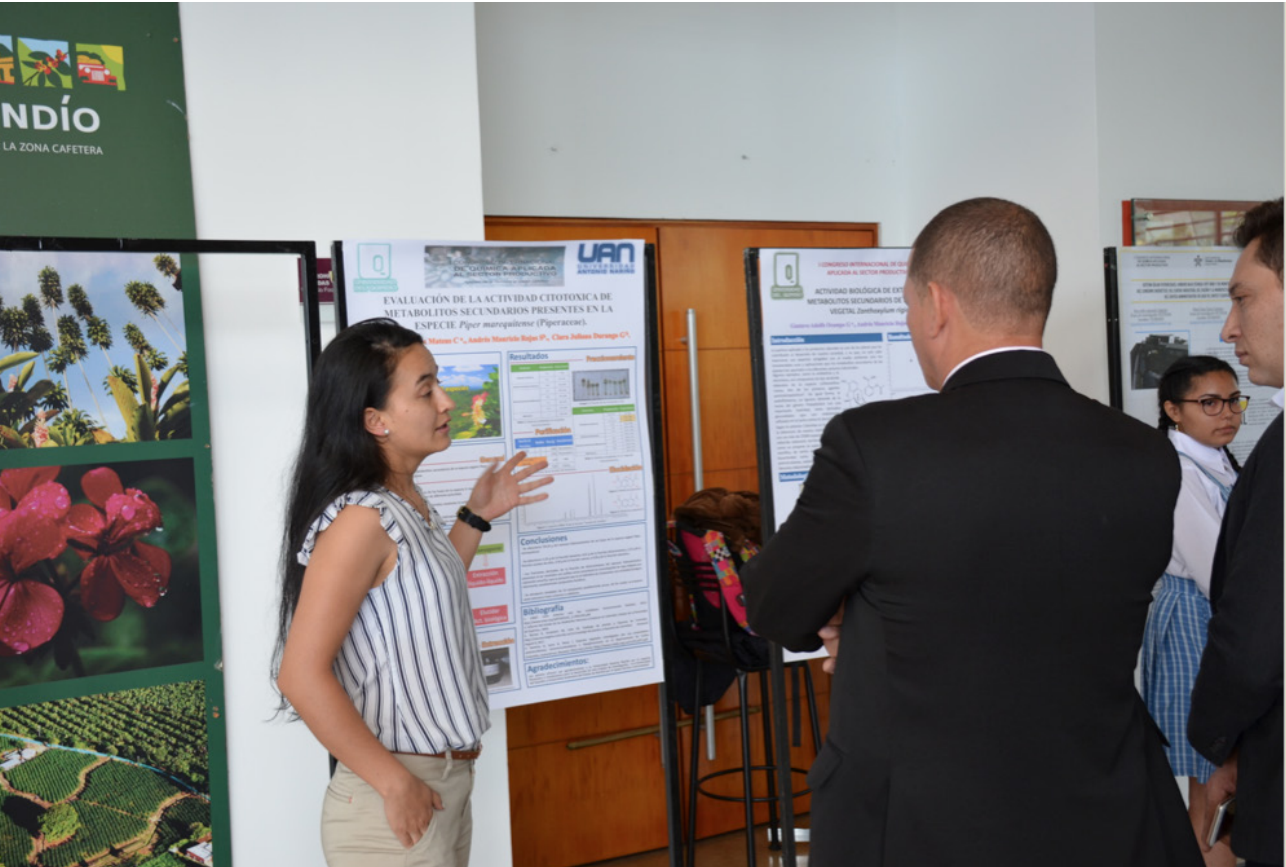
de  $\text{TiO}_2$  é encontrado em formas cristalinas como anatase, rutilo e brookita, sendo as duas primeiras as mais utilizadas na produção de filmes. Esta pesquisa propôs determinar com qual técnica e forma de  $\text{TiO}_2$  é obtido um filme promissor como foto-ânodo para uma célula solar mais eficiente? Com base nesta questão, o objetivo foi comparar as características morfológicas e topológicas dos filmes de  $\text{TiO}_2$ , analisando suas implicações para a eficiência energética da célula solar.

Para a preparação de películas, utilizaram-se formas comerciais de nanopartículas de anatase e rutilo e foram depositados sobre substratos de vidro com as técnicas Doctor blade e Spin coating, padronizando os protocolos de fixação em cada caso. Uma caracterização dos filmes foi realizada por microscopia electrónica usando o equipamento de referência NeoScope JEOL JCM 5000. Entre os resultados preliminares estão as micrografias que mostram uma maior rugosidade em películas formadas a partir de anatase e usando a técnica de Doctor blade, em que foi identificado nanopartículas com uma distribuição de tamanho entre 200nm e 800nm. Contrastando estes primeiros resultados com outros estudos neste campo, pode-se concluir que as técnicas utilizadas apresentam algumas diferenças na topologia de filmes, relacionadas com a rugosidade e distribuição de tamanho de partículas. Além disso, as superfícies heterogêneas são obtidas em películas que foram preparadas com base anatase, sendo um factor que pode influenciar positivamente o transporte de electrões e, conseqüentemente, aumentar o desempenho da célula. Como perspectiva desta pesquisa, espera-se que a aplicação de películas de  $\text{TiO}_2$  na forma anatase em contacto com as antocianinas, estenda o espectro de absorção para a região visível, melhorando a eficiência da célula solar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dai, S., Wang, K. (2003). Optimum nanoporous TiO<sub>2</sub> and its applications to Dye-Sensitized Solar Cells. *Chinese Physics Letters*, 20(6), p. 953-955. Doi: <https://doi.org/10.1088/0256-307X/20/6/351>
- Frank, A., Kopidakis, N., De Lagemaat, J. (2004). Electrons in nanostructured TiO<sub>2</sub> solar cells: transport, recombination and photovoltaic properties. *Coordination Chemistry Reviews*, 248(13-14), p. 1165-1179. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2004.03.015>
- Gong, J., Liang, J., Sumathy, K. (2012). Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): Fundamental concepts and novel materials. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(8), p. 5848-5860. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.044>
- Quiñones, C., Vallejo, W., Gordillo, G. (2010). Structural, optical and electrochemical properties of TiO<sub>2</sub> thin films grown by APCVD method. *Applied Surface Science*, 256(13), p. 4065-4071. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2010.02.020>
- Yang, P., Tang, Q. (2015). A nanoporous titanium dioxide framework for dye-sensitized solar cell. *Materials Letters*, 161, p. 185-188. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.08.104>

# 6. Química agroindustrial



Fotos tomadas por: Javier Enrique Santana funcionario del SENA

## **Biomasa de uva isabella (*vitis labrusca*) como fuente de compuestos bioactivos con potencial bioeconómico**

*Isabella grape biomass (*vitis labrusca*) as a source of bioactive compounds with bioeconomic potential*

*Biomassa de isabella uva (*vitis labrusca*) como fonte de compostos bioativos com potencial bioeconômico*

### **Brayan Duque Álvarez**

Escuela de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali – Colombia.  
brayan.duque@correounivalle.edu.co

### **Juan Sebastián Ramírez Navas**

Grupo GIEMA, Programa de Química, Universidad Santiago de Cali – Corporación Biotec – Grupo GIPAB, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, Cali – Colombia. j  
uan.sebastian.ramirez@correounivalle.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Uva Isabella, biomasa agroindustrial, compuesto bioactivo, antioxidantes.

## RESUMEN

La biomasa residual del procesamiento de uva en el sector agroindustrial es considerado como una importante fuente para la extracción de compuestos fitoquímicos, debido a que es un fruto rico en antioxidantes, aceites esenciales, pigmentos entre otros [1]. El desarrollo de nuevas estrategias alternativas para reutilizar y recuperar la biomasa del procesamiento de la uva es consistente con la creciente demanda de compuestos bioactivos para el desarrollo de productos en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética [2].

La implementación de esquemas de biorrefinería que usan subproductos de procesamiento de uva como materia prima para la generación de nuevos productos [3] es una alternativa atractiva en Colombia y está dentro del marco de la economía circular. En esta investigación se analizó el potencial bioeconómico de la biomasa de uva Isabella (Uva negra - *Vitis labrusca*) a partir de la producción del fruto en Colombia, y los procesos productivos rentables asociados a la transformación de la materia prima en productos de valor agregado, para ello se realizó una revisión bibliográfica crítica de información actualizada.

Los resultados obtenidos parcialmente demuestran potencial industrial de los escobajos, hollejos y semillas de la producción de pulpa de uva para bebidas en la obtención de extractos fenólicos (antioxidantes) y aceite de semilla de uva, y en menor cantidad orujo de la industria del vino. Los mayores productores de uva son el Valle del Cauca y Huila en los cuales hay posibilidad de implementar una biorrefinería. De acuerdo a esto, el aprovechamiento integral de la biomasa de la uva Isabella representa una industria de

compuestos bioactivos con un alto potencial de explotación en Colombia [4, 5, 6]. Sin embargo, se requiere articulación del sector productivo y de investigación científica aplicada, donde se implemente principalmente procesos productivos competitivos y rentables con estándares de calidad que permitan incursionar en un mercado poco explorado en el país.

### **ABSTRACT**

*The residual biomass of grape processing in the agroindustrial sector is considered as an important source for the extraction of phytochemicals, because it is a fruit rich in antioxidants, essential oils, pigments, among others [1]. The development of new alternative strategies to reuse and recover the biomass of grape processing is consistent with the growing demand for bioactive compounds for the development of products in the food, pharmaceutical and cosmetic industries [2].*

*The implementation of biorefinery schemes that use grape processing byproducts as raw material for the generation of new products [3] is an attractive alternative in Colombia and is within the framework of the circular economy. In this research the bioeconomic potential of the Isabella grape (Black Grape - *Vitis labrusca*) biomass was analyzed from the production of the fruit in Colombia, and the profitable productive processes associated with the transformation of the raw material into value-added products, for this, a critical bibliographic review of updated information was carried out. The results obtained partially demonstrate the industrial potential of the beetles, skins and seeds of the production of grape pulp for beverages in obtaining phenolic extracts (antioxidants) and grape seed oil, and in lesser amounts of marc from the wine industry.*

*The largest grape producers are the Valle del Cauca and Huila in which there is the possibility of implementing a biorefinery. According to this, the integral use of the biomass of the Isabella grape represents an industry of bioactive compounds with a high exploitation potential in Colombia [4, 5, 6]. However, articulation of the productive sector and of applied scientific research is required, where mainly competitive and profitable production processes are implemented with quality standards that allow entering a market little explored in the country.*

## **RESUMO**

*A biomassa residual do processamento da uva no setor agroindustrial é considerada uma importante fonte para a extração de fitoquímicos, por se tratar de uma fruta rica em antioxidantes, óleos essenciais, pigmentos, entre outros [1]. O desenvolvimento de novas estratégias alternativas para reutilizar e recuperar a biomassa do processamento da uva é consistente com a crescente demanda por compostos bioativos para o desenvolvimento de produtos nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética [2].*

*A implementação de esquemas de biorrefinaria que usam subprodutos de processamento de uva como matéria-prima para a geração de novos produtos [3] é uma alternativa atraente na Colômbia e está dentro da estrutura da economia circular. Nesta pesquisa o potencial bio-econômico da biomassa uva Isabel (uvas pretas - *Vitis labrusca*) foi analisado a partir de produção de frutas na Colômbia, e processos de produção rentáveis associados com a transformação de matérias-primas em produtos de valor agregado, Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica crítica das informações atualizadas. Os resultados mostram parcialmente potencial industrial das hastes,*

*cascas e sementes a produção de bebidas bagaço de uva na obtenção de extractos fenólicos (antioxidantes) e de semente de uva óleo, e menor quantidade de resíduos da indústria do vinho. Os maiores produtores de uvas são o Valle del Cauca e Huila, onde existe a possibilidade de implementar uma biorrefinaria.*

*De acordo com isso, o uso integral da biomassa da uva Isabella representa uma indústria de compostos bioativos com alto potencial de exploração na Colômbia [4, 5, 6]. No entanto, é necessária a articulação do setor produtivo e da pesquisa científica aplicada, onde processos de produção, principalmente competitivos e rentáveis, são implementados com padrões de qualidade que permitem a entrada em um mercado pouco explorado no país.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Silva, I.M., Figueiredo, e.A., Ricardo, n.M., Vieira, i.G., Figueiredo, r.W., Brasil, i.M. And gomes, c.L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from brazil. Food chemistry, 143: 398-404.

Oiv, the international organization of vine and wine., (2014). Recuperado el 9 de marzo de 2018 de: <http://www.Oiv.Int/en/oivlife/2015-world-wine-production-estimated-2757-mhl>

Barba, f.J., Zhu, z., Koubaa, m., Santana, a.S., Orlie, v., (2016). Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: a review. Trends food sci. Technol. 49: 96-109.

Palocci, c.S., Chronopoulou, I., (2015). Supercritical fluid extraction of pharmaceutic compounds from waste materials derived from vinification processes. In: future medicine ltd., Fruit and pomace extracts: biological activity, potential applications and beneficial health effects, nova science publishers, pp. 69–79.

Ruales, a., Rojas, a., Cardona c. (2017). Obtención de compuestos fenólicos a partir de uva isabella (*vitis labrusca*). Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial., 2:Edición especial

Shinagawa, f., Santana, f., Torres, I., Mancini-filho j. (2015). Grape seed oil: a potencial functional food?. Food science and technology. Campinas., 35: 399-406

**Determinación de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*rubus sp*), una estrategia para la proyección de especies locales en la agroindustria.**

***Determination of physicochemical parameters in fruits of mora (*rubus sp*), strategy for the projection of local species in agroindustry.***

***Determinação de parâmetros físico-químicos em frutos amoreira-preta (*rubus sp*), uma estratégia para projeção de espécies locais no agronegócio***

**Brigitte Liliana Moreno Medina  
Fanor Casierra Poşada**

Grupo de Investigación ecofisiología vegetal, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Crecimiento y desarrollo, grados de madurez, propiedades fisicoquímicas, antesis.

## **RESUMEN**

En Colombia el mercado de frutas ha tenido una serie de transformaciones que han incrementado las dinámicas de consumo, debido a los cambios en los ingresos de las familias y a la valoración social y científica de las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y bioactivas de las frutas. El cultivo de mora, requiere de un manejo agronómico y poscosecha adecuado para aumentar la rentabilidad del cultivo, debido principalmente a la limitada vida útil, por la alta perecibilidad de sus frutos. Si bien, existe un amplio número de reportes en torno a las particularidades de los frutos de

mora en Colombia, en Gachantivá- Boyacá, no se han caracterizado de manera suficiente los parámetros fisicoquímicos de las especies locales de mora, con el fin de destacar el potencial de esta cadena productiva en el departamento y con ello incrementar el uso agroindustrial de esta fruta. Por tal razón, mediante la presente investigación se determinaron los parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus* sp) durante su crecimiento y desarrollo. Para ello se tomaron frutos cada siete días, a partir de los 21 días después de anthesis (dda). Se evaluó la masa fresca, diámetros polar y ecuatorial, pH, acidez total titulable (ATT), sólidos solubles totales (SST) y firmeza.

Se encontró que el fruto está listo para consumo 70 dda aproximadamente, mostrando un incremento de los parámetros evaluados a lo largo del tiempo, excepto ATT y firmeza; además en frutos completamente maduros se evidenciaron SST de 8,2 °Brix. El presente estudio pone en evidencia que el material vegetal local (*Rubus* sp), cumple con las exigencias de la industria procesadora de frutas (NTC 4106). De este modo, este tipo de investigaciones se deben socializar en el sector agroindustrial, como estrategia para proyectar las especies locales en mercados nacionales e internacionales.

## ABSTRACT

*In Colombia, the fruit market has undergone a series of transformations that have increased the dynamics of consumption, due to changes in family income, the social and scientific evaluation of the physicochemical, nutritional and bioactive properties of fruits. Blackberry crop requires adequate agronomic and postharvest management to increase its profitability, due mainly to the limited shelf life, due to the high*

*perishability of its fruits. Although, there is a large number of reports about the particularities of the fruits of default in Colombia, in Gachantivá- Boyacá, they have not been characterized, in a sufficient way, the physicochemical parameters of the local blackberry species, in order to highlight the potential of this productive chain in the department and thereby increase the agro-industrial use of this fruit.*

*For this reason, by means of the present investigation the physicochemical parameters were determined in fruits of blackberry (*Rubus sp*), during its growth and development. For this, fruits were taken every seven days, starting 21 days after anthesis (dda). The fresh mass, polar and equatorial diameters, pH, titratable total acidity (TTA), total soluble solids (SST) and firmness were evaluated. It was found that the fruit is ready for consumption approximately 70 dda, showing an increase in the parameters evaluated over time, except ATT and firmness, in addition in completely mature fruits, SST of 8.2 ° Brix was evidenced. The present study shows that the local plant material (*Rubus sp*), meets the requirements of the fruit processing industry (NTC 4106). In this way, this type of research should be socialized in the agro-industrial sector, as a strategy to project local species into national and international markets.*

## **RESUMO**

*Na Colômbia, o mercado das frutas tem tido uma série de transformações que tem aumentado a dinâmica de consumo, devido às mudanças na renda familiar e avaliação social e cientista das propriedades físico-químicas, nutricionais e bioactivas das frutas. O cultivo da amoreira-preta precisa uma adequada gestão pós-colheita para aumentar a rentabilidade do cultivo, principalmente devido a sua vida útil curta e alta perecibilidade dos frutos. Mesmo que existe*

*uma grande quantidade de relatórios sobre as particularidades dos frutos de amoreira na Colômbia, ainda não tem sido suficientemente caracterizados os parâmetros físico-químicos das espécies locais de amoreira-preta no município de Gachantivá do estado de Boyacá, a fim de destacar o potencial dessa cadeia produtiva e aumentar o uso da fruta na agroindústria. Portanto, através da presente pesquisa foram determinados os parâmetros físico-químicos nos frutos de amoreira-preta (*Rubus sp*), durante o seu crescimento e desenvolvimento. Para isso, os frutos foram colhidos a cada sete dias, iniciando-se 21 dias após a antese (dda). Foram avaliados, massa fresca total solúvel, diâmetros polares e equatoriais, pH, acidez total (ATT), sólidos solúveis totais (TSS) e firmeza.*

*Verificou-se que o fruto está pronto para consumo 70 DAA aproximadamente, apresentando um aumento nos parâmetros avaliados ao longo do tempo, a exceção de ATT e firmeza, além disso em frutos completamente amadurecidos, evidenciou-se SST de 8,2 ° Brix. Este estudo mostra que o material vegetal local (*Rubus sp*), cumpre as exigências da indústria de processamento de fruta (NTC 4106). Por conseguinte, este tipo de pesquisas deve se socializar no setor agroindustrial como uma estratégia para fomentar o consumo de espécies locais nos mercados nacionais e internacionais.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almanza-Merchán, P., Velandia D., J., & Tovar L., Y. (2017). Propiedades fisicoquímicas durante el crecimiento y desarrollo de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2),222-231. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5065>
- Cancino O., Sanchez L., Quevedo E., Díaz C. (2011). Caracterización fenotípica de accesiones de especies de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitagá, Región Nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum* 16(3),219-233
- Morales, C. Villegas, B. (2012). Mora (*Rubus glaucus* Benth). In: Fischer, G (Ed.). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Produmedios, Bogotá
- Moreno-Medina BL., Casierra-Posada F., Cutler J. (2018). Phytochemical Composition and Potential Use of *Rubus* Species. *Gesunde Pflanzen* 70(2),65-74. Doi 10.1007/s10343-018-0416-1
- Moreno-Medina BL., Deaquiz Y. (2016). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Acta Agronómica* 65(2),130-136. Doi.org/10.15446/acag.v65n2.45587

**Efecto de la fertilización orgánica y mineral en la composición proximal de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en Boyacá (Colombia).**

***Effect of the organic and mineral fertilization on proximate composition of seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) in Boyacá (Colombia).***

***Efeito da adubação orgânica e mineral na composição proximal de sementes de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) em Boyacá (Colômbia).***

**Miguel Ángel García Parra**

Ingeniero Agropecuario; Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias y Agroindustriales, Universidad del Cauca; Grupo de Investigación en Agricultura Organizaciones y Frutos AOF, Popayán – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Carbohidratos, floración, grasa, nutrición, rendimiento.

## **RESUMEN**

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), es una planta que tiene la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de clima y suelo, lo que le permite expresar su potencialidad agronómica y agroindustrial, sin embargo, el desarrollo de este cultivo en Colombia, se encuentra determinado por variedades introducidas de otras regiones Suramericanas que impiden explorar el potencial de variedades propias de la región Boyacense, por esta razón evaluar el efecto de la fertilización orgánica y mineral en la composición proximal de semillas de quinua variedad Soracá en

la zona centro del departamento de Boyacá, permitió reconocer la importancia de la quinua en esta zona de producción. Se realizó la siembra de semillas de quinua variedad Soracá en parcelas de 25m<sup>2</sup> para cada unidad experimental, utilizando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde el factor fue la fertilización (T0: Control, T1: abono orgánico victoria, T2: abono orgánico victoria + urea + abono paz del río, T3: urea + abono paz del río); evaluando ciclo productivo, días a la floración, rendimiento por hectárea, contenido de proteína, grasa, carbohidratos y fibra. Los datos fueron analizados utilizando el software SPSS versión 23.0., encontrando que la fertilización no tiene efecto sobre el contenido de proteína y fibra, pero si presentó diferencias según el análisis de varianza en el contenido de carbohidratos y grasa, lo que puede reconocer nuevas estrategias alimentarias dadas por esta semilla.

Sin embargo, el contenido de proteína en las semillas es superior a la de cereales como el maíz, avena y trigo; además de la presencia de ácidos grasos no saturados que expresan una de las principales potencialidades. No obstante, el ciclo de producción, los días a la floración y el rendimiento por hectárea, son determinantes en la productividad del cultivo de la quinua. Lo que permitió concluir que la fuerte de fertilización orgánica o mineral, tiene influencia parcial en la presencia de compuestos nutricionales en la semilla que son de importancia nutricional humana y animal.

## ABSTRACT

*Quinoa (Chenopodium quinoa Willd), is a plant that has the ability to adapt to different climate and soil conditions, which allows it to express its agronomy potential, however, the development of this crop in Colombia, is determined by introducing varieties from other South American regions that prevent to explore the potential of own varieties of the Boyacense region, for this reason, select the effect of the organic and mineral fertilization in the proximal composition of seeds quinoa Soracá in the central area of the department of Boyacá, focus to recognize the importance of quinoa in this production area. The sowing of seeds of quinoa variety soracá in parcels of 25 m<sup>2</sup> for each experimental unit was carried out, using a complete design at random with four treatments and four repetitions, where the factor was the fertilization (T0: Control, T1: organic fertilizer victoria, T2: organic fertilizer victoria + urea + paz del rio fertilizer, T3: urea + paz del rio fertilizer); evaluating productive cycle, days to flowering, yield per hectare, content of protein, fat, carbohydrates and fiber. The data were analyzed using SPSS software version 23.0., Finding that fertilization has no effect on protein and fiber content, but it does show differences with the analysis of variance in carbohydrate and fat content that can recognize new dietary strategies given for this seed. However, the protein content in the seeds is higher than that of cereals such as corn, oats and wheat. In addition to the presence of unsaturated fatty acids that express one of the main potentialities. However, the production cycle, the days to flowering and the yield per hectare, are determining factors in the productivity of the quinoa crop. What allowed me to conclude that the strong organic or mineral fertilization has the partial influence on the presence of nutritional compounds in the seed that is of human and animal nutritional importance.*

## RESUMO

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) é uma planta que tem a capacidade de se adaptar a diferentes condições de clima e solo, o que lhe permite expressar a sua agronomia e potencial agro-industrial, no entanto, o desenvolvimento desta cultura na Colômbia, é determinada por variedades introdução de outras regiões da América do Sul que impedem explorar a característica potencial das variedades região Boyacense, por esta razão, seleccione o efeito da adubação orgânica e mineral na composição centesimal das sementes quinoa Soracá no centro da cidade do departamento de Boyacá, o foco reconhecer a importância da produção de quinoa nesta área. semear as sementes de quinoa variedade parcelas Soracá de 25 m<sup>2</sup> para cada unidade experimental foi conduzido utilizando um delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos em quatro repetições, onde o factor era fertilização (T0: Controlo, T1: fertilizante orgânico victoria, T2: fertilizante orgânico victoria + ureia + paz del rio fertilizante, T3: ureia + paz del rio fertilizante); avaliar ciclo de produção, dia para o florescimento, rendimento por hectare, teor de proteína, gordura, hidratos de carbono e fibra. Os dados foram analisados usando o programa SPSS 23.0 versão de software.,

Encontrando que a fertilização tem nenhum efeito sobre o teor de proteína e fibra, mas tem diferenças de ANOVA em hidratos de carbono e gordura que podem reconhecer novas estratégias alimentares dadas por esta semente. Sim no entanto, o teor de proteínas em sementes é maior do que grãos como milho, aveia e trigo. Além da presença de ácidos gordos insaturados que expressam um do potencial principal. No entanto, o ciclo de produção, os dias até à floração e rendimento por hectare são factores determinantes da produtividade de culturas de quinoa. Que permitem concluir que o mineral forte ou fertilizante orgânico, tem a influência parcial na presença de compostos nutricionais na semente é de importância nutricional animal e humana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Naggar, A.M., EL-Salam, R., Badran, A.E. & El-Moghazi, M. (2017). Genotype and drought effects on morphological physiological and yield traits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). 3(1): 1-15. Asian Journal of Advances in Agriculture Research. <http://dx.doi.org/10.9734/AJAAR/2017/36655>
- Garcia-Parra, M., Garcia, J. F. & Carvajal, D. C. (2018). Evaluación del efecto de la fertilización química y orgánica en la composición bromatológica de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Boyacá – Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 9(2). Doi: Recuperado en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2282/2569>
- GarciaParra, M., García, J. F., Melo, D. I. & Deaquiz, Y. (2017). Respuesta agronómica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad dulce de soracá a la fertilización en Ventaquemada – Boyacá. Cultura científica. 15: 66-77. Recuperado en: [https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult\\_cient/article/view/28/134](https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult_cient/article/view/28/134)
- Navruz-Varli, S & Sandier, N (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Cereal science. 69:371-376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>
- Vega-Galvez (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. 90(15): 2541-2547 Journal of the Science of Food and Agriculture banner <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4158>

**Producción industrializada de abono a partir  
de residuos orgánicos en el complejo  
Paloquemao SENA**

*Industrialized production of fertilizer from organic  
waste in the Paloquemao SENA complex*

*Produção industrializada de adubo a partir de  
resíduos orgânicos no complexo Paloquemao SENA*

**Sergio Alejandro Pedraza Pachon  
Lubin Andres Hernández  
Luvy Carolain Castrillon  
Leidy Camila Sanchez**

Centro de Gestión Industrial, tecnólogo en control ambiental,  
Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Abono, vermicompostaje, compostaje, residuos, orgánicos.

## **RESUMEN**

Debido a la problemática que trae la acumulación masiva de residuos orgánicos (R.O) en el SENA - Complejo de Paloquemao, y sus efectos como la proliferación de vectores y contaminación de material aprovechable, se creó el proyecto que tiene como objetivo el aprovechamiento de dichos residuos para la obtención de abono orgánico a través de una planta piloto.

Para esto se estableció una metodología con tres fases; primeramente, la caracterización en composición de los residuos sólidos no peligrosos generados en el complejo mediante la técnica de cuarteo y la estimación de generación de materia orgánica para el diseño de la planta piloto. La segunda consta de la implementación del proceso productivo de la planta, la cual inicia con la trituración del material orgánico que proviene de los centros de formación, luego pasa por un proceso de pre-compostaje en composteras modulares con tiempos de operación calculados a partir de cinco variables fisicoquímicas de control. Por último, el proceso de vermicompostaje en un biorreactor diseñado y ajustado a la generación de residuos, que permite obtener un producto controlado. En la tercera fase se estandarizó el procedimiento de muestreo y ensayos de laboratorio, del cual se obtuvo la trazabilidad de los análisis fisicoquímicos desarrollados por cada lote de abono orgánico producido, los cálculos de calidad y aumento de la producción. Esto involucra la realización de ensayos en plantas bajo ambientes controlados.

Actualmente se está desarrollando el ajuste de variables según los requerimientos de la NTC 5167 del 2011 con un diseño experimental a partir de tres mezclas de residuos orgánicos buscando optimizar el proceso. Teniendo en cuenta lo establecido en el “estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza” (Morales,2016), se obtuvo una proporción de carbono-nitrógeno aceptable dentro de los rangos establecidos a lo largo de los tiempos de maduración del material tanto en el proceso de pre-compostaje (con una relación 36:1), y en el de vermicompostaje (con una relación 3:1). La humedad se ha mantenido entre un rango de 49.62% y 90.89%, el pH varió a lo largo del proceso entre 4,09 y 9,36. En cuanto a la variabilidad

de temperatura esperada para el clima de la ciudad de Bogotá se mantuvo en un rango de 19,5 °C y 24,9 °C. Continuando con los análisis del producto final fabricado, se ha cumplido con la mayoría de parámetros establecidos por la norma, analizando actualmente, fósforo e intercambio catiónico.

## **ABSTRACT**

*Due to the problems brought about by the massive accumulation of organic waste (O.R.) in the SENA - Paloquemao Complex, and its effects such as the proliferation of vectors and the contamination of usable material, the project was created with the objective of using this waste to obtain organic fertilizer through a pilot plant.*

*For this purpose, a methodology was established with three phases; firstly, the characterization of the composition of the non-hazardous solid waste generated in the complex by means of the cracking technique and the estimation of organic matter generation for the design of the pilot plant. The second consists of the implementation of the plant's production process, which begins with the crushing of the organic material that comes from the training centres, then goes through a pre-composting process in modular composting plants with operating times calculated from five physicochemical control variables. Finally, the vermicomposting process in a bioreactor designed and adjusted to the generation of waste, which allows a controlled product to be obtained. In the third phase, the sampling procedure and laboratory tests were standardized, from which the traceability of the physicochemical analyses developed for each batch of organic fertilizer produced, the quality calculations and the increase in production were obtained. This involves conducting trials in plants under controlled environments. The*

*adjustment of variables according to the requirements of the NTC 5167 of 2011 is currently being developed with an experimental design based on three mixtures of organic waste in order to optimize the process. Taking into account what is established in the "study of the vermicomposting of compost of organic waste of different nature" (Morales, 2016), it has been possible to obtain an acceptable proportion of carbon-nitrogen within the ranges established throughout the maturation times of the material both in the pre-composting process (with a ratio of 36:1) and in the vermicomposting process (with a ratio of 3:1). The humidity has been maintained in the range of 49.62% to 90.89%, the pH varied throughout the process between 4.09 and 9.36. As for the expected temperature variability for the climate of the city of Bogotá, it remained in the range of 19.5 °C and 24.9 °C. Continuing with the analysis of the final product manufactured, most of the parameters established by the standard have been met, currently analyzing phosphorus and cation exchange.*

## **RESUMO**

*Dado a problemática que traz a acumulação maciça de resíduos orgânicos (R.O) no SINAL - Complexo de Paloquemao, e os seus efeitos como a proliferação vetoras e poluição de material utilizável, criou-se o projeto que tem para objetivo a utilização destes resíduos para a obtenção de adubos orgânica através de uma planta piloto. Para isto estabeleceu-se uma metodologia com três fases; primeiramente, a caracterização em composição dos resíduos sólidos não perigosos produtos no complexo pela técnica corto em bairros e a estimativa de geração de matéria orgânica para a concepção da planta piloto. O segundo é composto da aposta em obra do processo produtivo da planta, a qual inicia com a trituração material orgânico que provem dos centros de formação, por conseguinte passa por um processo*

*de pre-compostaje em compostará modulares com tempos de operação calculados a partirem de cinco variáveis físico-químicas de controlo. Finalmente, o processo de vermicompostaje num biorreator concebido e adaptado à geração de resíduos, que permite obter um produto controlado. Na terceira fase normalizou-se o procedimento amostragem e ensaios de laboratório, cujo trazabilidade obteve-se das análises físico-químicas desenvolvidas por cada lote de adubos orgânico produzido, os cálculos de qualidade e o aumento da produção. Isto insere a realização de ensaios em plantas sob atmosferas controladas. Desenvolve atualmente o ajustamento de variáveis de acordo com os pedidos do NTC 5167 de 2011 com uma concepção experimental a partir de três misturas de resíduos orgânicas que procuram em otimizar no processo. Tendo em conta de que é estabelecido “no estudo do vermicompostaje de composto de resíduos orgânicos de diferente natureza” (Morais, 2016), obteve-se obter uma proporção de carbono-azoto aceitável nas filas estabelecidas ao longo de todos os tempos de maturação do material tanto no processo de pre-compostaje (com uma relação 36:1), e o de vermicompostaje (com uma relação 3:1). A humidade foi mantida entre uma fila de 49.62% e 90.89%, o pH variou ao longo de todo o processo entre 4.09 e 9.36. Quanto variabilidade de temperatura à esperada para o clima da cidade de Bogotá manteve-se numa fila de 19.5 °C e 24.9 °C.*

*Continuando com as análises do produto final fabricado, realizou-se com a maioria de parâmetros estabelecidos pela norma, analisando atualmente, fósforo, e troca-se catiónico.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMISON . Vermicompostaje industrial. Obtenido de <http://www.emison.com/5131.htm>

Ferruzzi, C. (2008). Manual de lombricultura. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Morales, J. (2016). Estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza. Obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%2C%20Justin.pdf>

Román, Martínez P. & Pantoja, A. (2013) Manual de Compostaje del agricultor. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

UAESP, B. (2010). Programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos para la ciudad de Bogotá. Bogotá: UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS BOGOTÁ, D. C.

# **Tecnología de ligandos poliol (glukoplant®) y su uso en nutrición vegetal en cultivo de rosa**

***Ligands polyol technology (glukoplant®) and its use in vegetable nutrition in rose crop***

***Ligands technology poliol (glukoplant®) e sua utilização Na nutrição vegetal na cultivo de rosa***

**Gómez Sanchez Manuel Ivan**

Facultad de Ciencias Agrarias UNAL-Bogotá

**Andrea Liliana Barragán Pérez**

**Raúl Alberto Riveros**

**Nubia Yohana Suarez Cely**

Departamento de Innovación e Investigación, INGEPLANT S.A.S - Ingeniería en nutrición de cultivos, Mosquera – Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Fertilización, complejos, ligandos, Poliol.

## RESUMEN

La nutrición vegetal es un área de trabajo de amplia investigación que involucra, no solo los aportes de nutrientes, sino también el desarrollo de tecnologías que promuevan una mayor disponibilidad y absorción de nutrientes en la planta, evidenciado en el rendimiento y calidad de la cosecha.

En este sentido, Ingeplant S.A.S, desde su departamento de Investigación e Innovación, ha desarrollado a través de procesos químicos, transformación de materias primas, tecnologías con base en compuestos orgánicos que actúan como ligandos de iones metálicos, que dan origen a la formación de compuestos de coordinación, afines con la fisiología de la planta (Clemens, Whitehurst, & Whitehurst, 1990).

Los compuestos de coordinación desarrollados y de mayor uso por Ingeplant S.A.S, dentro de sus productos de marca registrada GLUKOPLANT®, son los compuestos con ligandos poliol, reportados en varios estudios de carácter científico, los cuales se obtienen de la modificación química, de materias primas con estructuras que contiene grupos hidroxilo - OH, y en donde el oxígeno actúa como donador de densidad electrónica, estabilizando iones metálicos (cationes) en su estructura modificada (Gyurcsik & Nagy, 2000) (Nagy & Szorcsik, 2002).

El desarrollo de polioles de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Boro (B) y Zinc (Zn), ha demostrado tener, no solo una gran estabilidad en solución (por su alta polaridad), sino además presentan una gran afinidad fisiológica con la planta (Will et al., 2011)(Gourkhede, 2012); soportado en estudios realizados al interior de la compañía en cultivo de rosa, variedad Freedom, a dosis de 300mg/L de Ca,

40mg/L de Mg, 4mg/L de B y 4mg/L de Zn (Glukoplant CaMg), donde se evidencia de forma comparativa con el manejo tradicional, que la aplicación de polioles de estos elementos, promueven un incremento en el índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (0.80 y 0.77 con aplicación de polioles y el testigo respectivamente), mayor diámetro del tallo y de cabeza (>0.70cm y >3.97cm respectivamente), incremento en el número de tallos de rosa cosechados por cama (9 tallos adicionales) y el porcentaje de tallos de exportación (6% de incremento), resultados que son indicadores de una efectiva nutrición vegetal y por ende, de la mayor absorción y fijación de nutrientes que generan los polioles en la planta.

Con esta investigación en compuestos de coordinación de ligandos poliol, Ingeplant S.A.S, pretende mostrar a la comunidad científica las ventajas de movilidad de nutrientes que permiten estos compuestos en la planta, además de sus usos en: estabilidad de mezclas, tratamiento de aguas de riego y en general un sin número de aplicaciones en el área agrícola.

### **ABSTRACT**

*Plant nutrition is a work area of extensive research that involves not only the contributions of nutrients, but also the development of technologies that promote greater availability and absorption of nutrients in the plant, evidenced in the yield and quality of the harvest.*

*In this sense, Ingeplant SAS, from its Research and Innovation department, has developed through chemical processes of transformation of raw materials, technologies based on organic compounds that act as ligands of metal ions, which give rise to the formation of compounds of coordination, related to the physiology of the plant (Clemens et al., 1990).*

*The coordination compounds developed and of greater use by Ingeplant SAS, within its GLUKOPLANT® trademark products, are the compounds with polyol ligands, reported in several scientific studies, which are obtained from the chemical modification of raw materials with structures containing hydroxyl groups -OH, and where oxygen acts as an electronic density donor, stabilizing metal ions (cations) in its modified structure (Gyurcsik & Nagy, 2000)(Nagy & Szorcsik, 2002). The development of polyols of Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Boron (B) and Zinc (Zn), has proved to have not only great stability in solution (due to its high polarity), but also, they present a great physiological affinity with the plant (Will et al., 2011)(Gourkhede, 2012); supported in studies carried out by the company in rose crop, Freedom variety, at doses of 300mg / L of Ca, 40mg / L of Mg, 4mg / L of B and 4mg / L of Zn, where it is evidenced comparatively with the traditional management, that the application of polyols of these elements, promote an increase in the NDVI index (normalized difference vegetation index) (0.80 and 0.77 with application of polyols and the control respectively), greater diameter of the stem and head (> 0.70cm and > 3.97cm respectively), increase in the number of rose stems harvested per bed (9 additional stems) and the percentage of export stems (6% increase), results that are indicators of effective plant nutrition and therefore of the greater absorption and fixation of nutrients that polyols generate in the plant.*

*With this research in ligands of compounds coordination, Ingeplant SAS, it aims to show the scientific community, the advantages of the mobility of nutrients that allow these compounds in the plant, in addition to its uses in: mixture stabilization and in general a lot of applications in the agricultural area.*

## RESUMO

*A nutrição de plantas é uma área de trabalho de extensa pesquisa que envolve não apenas as contribuições de nutrientes, mas também o desenvolvimento de tecnologias que promovam maior disponibilidade e absorção de nutrientes na planta, evidenciadas no rendimento e qualidade da colheita.*

*Nesse sentido, a Ingeplant SAS, de seu departamento de Pesquisa e Inovação, foi desenvolvida através de processos químicos de transformação de matérias-primas, tecnologias baseadas em compostos orgânicos que atuam como ligantes de íons metálicos, que dão origem à formação de compostos de coordenação que têm relação com a fisiologia da planta (Clemens et al., 1990).*

*Os compostos de coordenação desenvolvidos e de maior uso pela Ingeplant SAS, dentro de seus produtos da marca GLUKOPLANT®, são os compostos com ligantes de poli-ol, relatados em diversos estudos científicos, que são obtidos a partir da modificação química de matérias-primas com estruturas contendo grupos hidroxila -OH, e onde o oxigênio atua como um doador de densidade eletrônica, estabilizando íons metálicos (cátions) em sua estrutura modificada (Gyurcsik & Nagy, 2000) (Nagy & Szorcsik, 2002).*

*O desenvolvimento de polióies de cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B) e zinco (Zn), mostrou ter, não só uma elevada estabilidade em soluo (por sua elevada polaridade), mas também, exibiram uma afinidade fisiológica com a planta (Will et al., 2011) (Gourkhede, 2012); suportado em estudos dentro da empresa em colheita de rosa, variedade Freedom, em doses de 300 mg / L de Ca, 40 mg / L de Mg, 4 mg / L de B e 4 mg / l de Zn (Glukoplant CaMg), onde a evidência*

*comparativa com a dose tradicional, mostra que a aplicação de polióis destes elementos, promovem um aumento do NDVI (índice de vegetação diferença normalizada) (0,80 e 0,77, com aplicação de polióis na mostra controlo, respectivamente), de maior diâmetro da haste e cabeça (> 0,70 centímetros e > 3,97 centímetros, respectivamente), um aumento do número de hastes de rosas por cama colhida (9 adicional hastes) e a percentagem de hastes de exportação (aumento de 6%), os resultados são indicadores da eficácia na nutrição vegetal, e portanto, a maior absorção e fixação de nutrientes que geram os polióis na planta.*

*Com esta pesquisa em compostos de coordenação de ligantes polióis, Ingeplant SAS, visa mostrar à comunidade científica, as vantagens da mobilidade de nutrientes que tem estes compostos com a planta, além de seus usos em: estabilidade de misturas, tratamento de água de irrigação e, em geral, várias aplicações na área agrícola.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clemens, D. F., Whitehurst, B. M., & Whitehurst, G. B. (1990). Chelates in agriculture. *Fertilizer Research*, 25(2), 127–131. <https://doi.org/10.1007/BF01095092>
- Gourkhede, P. H. (2012). Studies on effect of foliar feeding of gluconate and edta chelated plant nutrients on growth and yield of Bt cotton (Thesis PhD in Agriculture). Vasantrao Naik Marathwada Agricultural University, Parbhani. Retrieved from <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810049644>

- Gyurcsik, B., & Nagy, L. (2000). Carbohydrates as ligands: Coordination equilibria and structure of the metal complexes. *Coordination Chemistry Reviews*, 203(1), 81–149. [https://doi.org/10.1016/S0010-8545\(99\)00183-6](https://doi.org/10.1016/S0010-8545(99)00183-6)
- Nagy, L., & Szorcsik, A. (2002). Equilibrium and structural studies on metal complexes of carbohydrates and their derivatives. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 89(1–2), 1–12. [https://doi.org/10.1016/S0162-0134\(01\)00407-X](https://doi.org/10.1016/S0162-0134(01)00407-X)
- Will, S., Eichert, T., Fernández, V., Möhring, J., Müller, T., & Römheld, V. (2011). Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. *Plant and Soil*, 344(1), 283–293. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0746-6>



# 7. Química ambiental



**CONGRESO INTERNACIONAL DE QUÍMICA APLICADA AL SECTOR PRODUCTIVO**  
**5, 6 Y 7 DE SEPTIEMBRE 2018**  
**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÓPTICAS DE RECUBRIMIENTOS DE TiO<sub>2</sub> OBTENIDOS POR EVAPORACIÓN TÉRMICA (ETR)**

1<sup>o</sup> Guerra 1<sup>o</sup> E. Eberito  
 Tecnocentro Cal, Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN, SENA, Regional - Valle, Carrera 5 # 11 - 68, Centro de la Innovación SENA, Plaza Calcedo.  
 \*Escuela de la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho  
 \*Instituto área de nanotecnología Tecnocentro valle Cal

**INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN:**  
 El TiO<sub>2</sub> es usado a nivel industrial en pinturas, bloqueadores y además es un candidato ideal en la degradación de contaminantes en el tratamiento de aguas residuales, usando los rayos UV se genera una fotocatalisis. La radiación UV también es absorbida por la córnea y si el tipo correcto de protección pueden ocasionar graves trastornos oculares resultando en un posible daño a corto y largo plazo, por este motivo el desarrollo en la investigación de recubrimientos de protección óptica por TiO<sub>2</sub> se ofrece como una posible solución a este problema. Conforme a esto se obtuvieron películas de TiO<sub>2</sub> por el medio de evaporación térmica, variando el tiempo de deposición y encontrando las propiedades óptimas de las variables de respuesta, para esto se evaluaron propiedades mecánicas y ópticas por medio de diferentes caracterizaciones, determinando así la viabilidad del uso de TiO<sub>2</sub> como barrera de protección contra los rayos ultravioleta.

**TiO<sub>2</sub>**

**OBJETIVOS:**

**GENÉRICOS:**  
 Identificar el mecanismo de TiO<sub>2</sub> depositado en películas de recubrimientos ópticos en procesos de evaporación térmica.

**ESPECÍFICOS:**  
 Identificar la relación entre el tiempo de deposición, las características morfológicas, topográficas y de estructura cristalina de los recubrimientos obtenidos.  
 Estudiar la influencia del tiempo de deposición en las propiedades mecánicas de los recubrimientos de TiO<sub>2</sub>.

**ESPECÍFICOS:**  
 Determinar la influencia del tiempo de deposición en las propiedades ópticas de los recubrimientos de TiO<sub>2</sub>.

**RESULTADOS QUE SE ESPERA OBTENER:**

Obtener la fase nativa en las películas depositadas, en la revisión de la literatura se encuentra que es la fase que determina mejores propiedades ópticas.

¿Se ha trabajado que genere valor que se proyecta por el crecimiento de empresas que se especialice como especialistas, investigadores en el área de nanotecnología? ¿Fue el caso de P+E en esta área? ¿TiO<sub>2</sub> en esta área? ¿TiO<sub>2</sub> en esta área? ¿TiO<sub>2</sub> en esta área?



## **Caracterización fisicoquímica de un néctar obtenido a partir del yacón, pera y stevia**

### ***Physicochemical characterization of a néctar obtained from yacón, pera and stevia***

### ***Caracterização físico-química de um nectar obtido a partir de yacon, pear e stevia***

#### **Yaceris Mercedes Castro Escorcía**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia –  
ymcastro@misena.edu.co

#### **Dialinis Blanco Villadiego**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia –  
dblanc37@misena.edu.co

#### **Miller Johannes Claro Vasquez**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia –  
miller\_claro@misena.edu.co

#### **Teresa de Jesus Altamar Perez**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia –  
teresa.altamar@misena.edu.co

#### **Lisbeth Leticia Olmos Blanquicett**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia –  
olisbethl@misena.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Formulaciones, parámetros, panel sensorial, fibra, bajo poder calórico.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar fisicoquímicamente un néctar obtenido a partir del yacón, pera y stevia, fue un estudio de tipo descriptivo experimental el cual se llevó a cabo en tres fases, la primera consistió en el desarrollo de la formulación, en donde se ensayaron tres formulaciones diferentes variando en un mayor porcentaje pulpa de yacón, pulpa de pera y stevia teniendo para F1: 37.22%, 37.22%, 6.56%, F2 30.91%, 11.94%, 5.51% y para F3 37.22%, 37.22%, 4.0%. La segunda fase se basó en evaluar las características fisicoquímicas de las tres muestras, obteniéndose como los resultados más óptimos los correspondientes a la muestra 3, la cual arrojó 6°Brix para sólidos solubles, 3,4 pH, acidez titulable 0,5%, grasa 0 g, sodio 6g, azúcares totales 14g, proteína 0,6g, fibra 5g, carbohidratos totales 13mg, calcio 0,10g, hierro 0,1mg, vitamina A 0,8mg y densidad 1,02 gr/ml. Finalmente la última fase consistió en someter a un panel sensorial las tres muestras, en donde los panelistas evaluaron desde una escala hedónica de “me gusta muchísimo” a “me disgusta muchísimo”, siendo la muestra F3 la que mejor aceptación tuvo. Se concluye que a partir del yacón se puede obtener un néctar con mejores características fisicoquímicas que los que se encuentran actualmente en el mercado rico en fibra y con un bajo poder calórico.

## ABSTRACT

*The objective of this research was to physicochemically characterize a néctar obtained from yacón, pear and stevia, it was an experimental descriptive study which was carried out in three phases, the first consisted in the development of the formulation where they were tested three different formulations varying in a higher percentage pulp of yacón, pear pulp and stevia taking for F1: 37.22%, 37.22%, 6.56%, F2 30.91%, 11.94%, 5.51% and for F3 37.22%, 37.22%, 4.0%. The second*

*phase was based on evaluating the physicochemical characteristics of the three samples, obtaining as the most optimal results those corresponding to sample 3, which gave 6°Brix for soluble solids, 3.4 pH, titratable acidity 0.5%, fat 0 g, sodium 6g, total sugars 14g, protein 0.6g, fiber 5g, total carbohydrates 13mg, calcium 0.10g, iron 0.1mg, vitamin A 0.8mg and density 1.02 gr / ml. Finally, the last phase consisted in submitting to a sensory panel the three samples, where the panelists evaluated from a hedonic scale of I like very much, I dislike it a lot, being the F3 sample the one that had the best acceptance. It is concluded that from the yacón you can obtain a néctar with better physicochemical characteristics than those that are currently in the market rich in fiber and with a low caloric power.*

## RESUMO

*O objetivo desta pesquisa foi caracterizar fisicoquimicamente um néctar obtido a partir de yacón, pêra e estêvia. Foi um estudo descritivo experimental que foi realizado em três fases: a primeira consistiu no desenvolvimento da formulação onde foram testadas três diferentes formulações variando em uma maior porcentagem de polpa de yacón, polpa de pêra e estêvia. As fórmulas eram F1: 37.22%, 37.22%, 6.56%; F2 30.91%, 11.94%, 5.51% e F3 37.22%, 37.22%, 4.0%. A segunda fase baseou-se na avaliação das características físico-químicas das três amostras, obtendo-se como resultados ótimos aqueles correspondentes à amostra 3, que deu 6°Brix para sólidos solúveis; 3,4 pH; acidez titulável 0,5%; gordura 0 g; sódio 6g; açúcares totais 14g; proteína 0,6g; fibra 5g; carboidratos totais 13mg; cálcio 0,10g; ferro 0,1mg; vitamina A 0,8mg e densidade 1,02 g / ml. Por fim, a última fase consistiu em submeter a um painel sensorial as três amostras, onde os painelistas avaliaram a partir de uma escala hedônica de “gosto muito” e “não gosto muito”, sendo a amostra F3 a que teve a melhor aceitação. Conclui-se que a partir do yacón pode-se obter um néctar com melhores características físico-químicas do que as que atualmente estão no mercado, ricas em fibras e com baixo poder calórico.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cañizares, A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodriguez, R., & Mendez, J. (2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista UDO Agrícola*, 9(1). Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09011>
- Castillo, J. (2014). Analisis y perspectivas del yacón. (F. d. economicas, Ed.) Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1129/72.pdf?sequence=1>
- Caxi, M. (2013). Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (*smallanthus sonchifolius*),maracuyá amarilla (*passiflora edulis*) y stevia (*stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales. (F. d. Agropecuarias, Ed.) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de [http://200.37.105.196:8080/bitstream/handle/unjbg/293/177\\_2013\\_Caxi\\_Sua%C3%B1a\\_MO\\_FCAG\\_Alimentarias\\_2013.pdf?sequence=2](http://200.37.105.196:8080/bitstream/handle/unjbg/293/177_2013_Caxi_Sua%C3%B1a_MO_FCAG_Alimentarias_2013.pdf?sequence=2)
- Jimenez, L. (2017). Escalamientode la Produccion de Bebidas Funcionales a partir de Productos Vegetales No Tradicionales. Colombia. Univerrsidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/57202/7/LuisE.Jim%C3%A9nezCucaita.2017.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección. (02 de Octubre de 2013). Resolucion 3929 de 2013. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucio>

**Descontaminación de aguas residuales a partir de la obtención de carbón activado a partir de subproductos obtenidos de los cítricos generados en el procesamiento de estas frutas**

*Decontamination of wastewater from activated carbon obtained by the shell of citrus generated in the processing of these fruits*

*Descontaminação de águas residuais da obtenção de carbono ativado de subprodutos obtidos a partir do citrino gerado no processamento destas frutas*

**Miguel Sánchez**

E-mail: masanchez099@misena.edu.co

**Ana García**

Centro Nacional de Hotelería, Turismo y Alimentos, SENA. Bogotá, Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Carbón activado, isotermas, cáscaras, descontaminación, metales

## **RESUMEN**

Se investiga la síntesis de carbón activado a partir de sub productos (cáscaras de cítricos) generados en el procesamiento de estas frutas, y la aplicación del carbón activado en la remoción de contaminantes metálicos como el zinc y el cadmio empleando procesos de adsorción desde disolución acuosa. Se prepararán materiales carbonosos utilizando un horno horizontal con control de temperatura y en atmósfera de nitrógeno, dichos materiales

fueron activados empleando vapor de agua a altas temperaturas y se caracterizaron mediante diferentes técnicas como el número de yodo, pH en el punto de carga cero y la determinación de grupos ácidos y básicos. Se evalúa la remoción de metales pesados a partir del estudio de isothermas de adsorción. Se prepararon carbones activados a partir de las cáscaras generadas en el procesamiento de las frutas con carácter cítrico aportando así un valor agregado a éste material. La activación física con vapor de agua resultó ser un proceso económico que redujo el impacto ambiental. Los carbones activados presentaron un número de yodo entre 55,44 y 505,53mgg-1, lo cual está relacionado con el contenido de microporos y el valor del área superficial.

### **ABSTRACT**

*The synthesis of activated carbon is investigated from sub products (citrus peels) generated in the processing of these fruits, and its application in the removal of metal contaminants such as zinc and cadmium using adsorption processes from aqueous solution. Carbon materials are prepared using a horizontal oven with temperature control and nitrogen atmosphere, these materials were activated using water vapor at high temperatures and were characterized by different techniques such as the number of iodine, pH at the point of zero charge and the determination of acid and basic groups. The removal of heavy metals is evaluated from the study of adsorption isotherms. The physical activation with water vapor turned out to be an economic process that reduced the environmental impact. The activated carbons showed an iodine number between 55.44 and 505.53mgg-1, which is related to the micropore content and the surface area value.*

## RESUMO

*Investigamos a síntese de carvão ativado a partir de subprodutos (cascas de citros) gerados no processamento desses frutos, e a aplicação de carvão ativado na remoção de contaminantes metálicos, como zinco e cádmio, utilizando processos de adsorção a partir de solução aquosa. Os materiais de carbono são preparados usando um forno horizontal com controle de temperatura e atmosfera de nitrogênio, estes materiais foram ativados usando vapor de água em altas temperaturas e foram caracterizados por diferentes técnicas como o número de iodo, pH no ponto de carga zero e determinação de grupos ácidos e básicos. A remoção de metais pesados é avaliada a partir do estudo das isotermas de adsorção. Os carvões ativados foram preparados a partir das cascas geradas no processamento de frutos com caráter cítrico, proporcionando um valor agregado a esse material. A ativação física com vapor d'água acabou sendo um processo econômico que reduziu o impacto ambiental. Os carvões ativados apresentaram um número de iodo entre 55.44 e 505.53mgg<sup>-1</sup>, relacionado ao teor de microporos e ao valor da área superficial.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Yepes, S., Montoya, N., Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales – frutas – en medellín y el sur del valle del aburrá, colombia. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 61 (1), 4422 - 4431.
- Peña, K., Giraldo, L., & Moreno, J. (2012). Preparación de carbón activado a partir de cáscara de naranja por activación química. Caracterización física y química. Revista Colombiana de Química, 41(2), 311-323.

Saha, B., Tai, M.H., Streat, M. (2001). Study of activated carbon after oxidation and subsequent treatment, transactions. Inst Chem E. 79, 211-217.

Fukuyama, H., Terai, S. (2008). Preparing and characterizing the activated carbon produced by steam and carbon dioxide as a heavy oil hydrocracking. Catalysis Today. 130, 382-388.

Babic, B. M.; Milojevic, S. M.; Polovina, M. J.; Kaludjerovic, B. V. 1999. Carbon. 37, 477-481.

**Efecto del PH en el tratamiento de agua residual doméstica  
usando agua proveniente del nevado de ruíz como  
coagulante natural**

*Effect of the PH in the treatment of domestic wastewater using  
water from the nevado del ruíz as a natural coagulant*

*Efeito do PH no tratamento de águas residuais  
domésticas utilizando água do nevado de ruíz  
como coagulante natural*

**Sandra Milena Lozano Triana  
Cindy Carolina Gámez Ávila  
Milton Fredy Alarcón Jiménez  
Javier Andres Quintero Jaramillo**

Centro Agropecuario La Granja. Servicio Nacional de Aprendizaje. Regional  
Tolima. Espinal

## **PALABRAS CLAVE**

Ambiental, agua termal, coagulación, pH.

## **RESUMEN**

En el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante tratamiento primario avanzado, el principal proceso es la coagulación-floculación, ya que de éste depende la eficiencia de los procesos posteriores. Una de las variables más importantes a evaluar y que inciden directamente sobre el proceso es el pH. La mayoría de los procesos de tratamiento de aguas funcionan a un pH óptimo, el cual depende del tipo de agua a tratar, de la

temperatura y de los demás contaminantes que se encuentren en el agua. En esta investigación, se realizaron test (prueba) de jarras con el agua residual con dosis óptimas encontradas para el agua termal y se modificó el pH de las muestras entre 6,5 y 8,5 usando hidróxido de sodio 2N (NaOH 2N) o ácido clorhídrico 2N (HCl 2N) según fuera el caso. Los resultados de turbiedad final y remoción fueron de 4,2 NTU y 98,1% respectivamente. Los resultados son satisfactorios al tratarse de una coagulación-floculación usando un coagulante de origen natural. Los datos encontrados pueden ser escalados a procesos de mayor volumen y servirán como base para la toma de decisiones de ajuste de pH para la optimización del tratamiento de agua residual doméstica. El agua residual doméstica después de un tratamiento físico, como por ejemplo la filtración, es viable de ser usada como agua de riego debido a sus características finales.

### **ABSTRACT**

*In the treatment of domestic wastewater by advanced primary treatment, the main process is coagulation-flocculation, since the efficiency of subsequent processes depends on it. One of the most important variables to evaluate and that directly affect the process is pH. Most of the water treatment processes work at an optimum pH, which depends on the type of water to be treated, the temperature and the other contaminants that are in the water. In this investigation, test (test) of jars with residual water with optimal doses found for the thermal water was performed and the pH of the samples was modified between 6.5 and 8.5 using 2N sodium hydroxide (2N NaOH) or 2N hydrochloric acid (2N HCl) as the case may be. The final turbidity and removal results were 4.2 NTU and 98.1% respectively. The results are satisfactory when dealing with a coagulation-flocculation using a*

*coagulant of natural origin. The data found can be scaled to higher volume processes and will serve as the basis for making pH adjustment decisions for the optimization of domestic wastewater treatment. The domestic wastewater treated after a physical treatment such as filtration, is viable to be used as irrigation water due to its final characteristics.*

## **RESUMO**

*No tratamento de águas residuais domésticas por tratamento primário avançado, o processo principal é a coagulação-floculação, uma vez que a eficiência dos processos subseqüentes depende dela. Uma das variáveis mais importantes para avaliar e afetar diretamente o processo é o pH. A maioria dos processos de tratamento de água opera em um pH ótimo, que depende do tipo de água a ser tratada, da temperatura e dos outros contaminantes presentes na água. Nesta investigação, de teste (teste) frascos com doses ótimas de água residuais encontrados para água térmica foram feitas e o pH das amostras entre 6,5 e 8,5 foi modificado através da utilização de hidróxido de sódio 2N (NaOH 2 N) ou Ácido clorídrico 2N (2N HCl) conforme o caso. Os resultados finais de turbidez e remoção foram 4,2 NTU e 98,1%, respectivamente. Os resultados são satisfatórios quando se trata de uma coagulação-floculação usando um coagulante de origem natural. Os dados encontrados podem ser escalados para processos de maior volume e servirão como base para tomar decisões de ajuste de pH para a otimização do tratamento de águas residuais domésticas. O efluente doméstico tratado após tratamento físico, como filtração, é viável para ser usado como água de irrigação devido às suas características finais.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas de Manizales, Ingesam. 2007. Estudio de Factibilidad para la recuperación y Mantenimiento de la Calidad de la Cuenca del Río Chinchiná -Fase I., Manizales.
- Arboleda, J. 2000. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Mc Graw Hill, Bogotá.
- ICONTEC. 2010. NTC 3903. Procedimiento para el ensayo de coagulación-floculación en un recipiente con agua o método de jarras. Colombia.
- Kabsch-Korbutowicz, M. 2005. Effect of Al coagulant type on natural organic matter removal efficiency in coagulation/ultrafiltration process. *Desalination*, 185(1-3), 327-333.
- Patel, H., Vashi, R.T. 2012. Removal of Congo Red dye from its aqueous solution using natural coagulants. *Journal of Saudi Chemical Society*, 16(2), 131-136

**Obtención de un atrayente para la captura y monitoreo de la plaga cuarentenaria *heilipus lauri boheman* (coleoptera: curculionidae) en el cultivo de aguacate *persea americana miller cv hass* del oriente antioqueño (Colombia).**

***Obtaining an attractive for the capture and monitoring of the quarantine plague *heilipus lauri boheman* (coleoptera: curculionidae) in the avocado crops *persea americana miller cv hass* of the antioqueño east (Colombia).***

***Obtenção de um atrativo para a captura e monitoramento da plântula de quarentena *heilipus lauri boheman* (coleoptera: curculionidae) no cultivo avocado *persea americana miller cv hass* do antioqueño orient (Colômbia).***

**Ana Lorena Romero Arroyave**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Microbióloga, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**Natalia Cadavid**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Magister en Química, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**Bladimir Martinez**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Tecnólogo en Alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje, Rionegro- Colombia

**Maria Isabel Betancur**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Magister en Ingeniería Agroindustrial, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**Juan Manuel Quiceno**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Magister en Ciencias, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**PALABRAS CLAVE**

Atrayente, *Heilipus laury*, olfatómetro, plaga cuarentenaria, volátiles.

## RESUMEN

La plaga cuarentenaria *Hellipus lauri* Boheman (Coleóptero: Curculionidae) comúnmente conocida como “barrenador grande del hueso y/o semilla” en la fruta del aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Hass, ha generado pérdidas económicas y restricciones fitosanitarias para su exportación, ya que causa daños hasta en el 80% del fruto. Dentro de los métodos convencionales para el control de plagas se encuentra el control químico, que pueden tener impactos no deseables en el medio ambiente, afectar insectos no objetivo, además, perjudicar la salud humana, por estas razones su uso es cada vez más restringido. Actualmente, se están desarrollando nuevos métodos de control. La utilización de trampas con cebos atrayentes es una práctica cultural que ha demostrado alta efectividad para la captura de insectos. En este sentido, el objetivo de la investigación fue elaborar un atrayente para la captura y monitoreo del *H.lauri* en cultivos ubicados en el oriente antioqueño. Las mezclas atrayentes se obtuvieron por extracciones con solventes orgánicos y mezclas de pulpa, cáscara y semilla de frutos de aguacate en estado no maduro. Se utilizaron dos tipos de agitación: manual y la combinación de agitación magnética con ultrasonido. La capacidad atrayente de los extractos será evaluada en un olfatómetro para insectos. La respuesta positiva estará dada por el número de barrenadores adultos atraídos a cada extracto. El estudio se complementará con microextracción en fase sólida y cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (SPME/GC-MS), para identificar los componentes volátiles y semi-volátiles presentes en los extractos que presenten mayor capacidad atrayente. Se espera encontrar que los coleópteros respondan positivamente hacia alguno de los tratamientos evaluados.

## ABSTRACT

The quarantine pest *Hellipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) commonly known as "large borer of bone and / or seed" in the fruit of avocado (*Persea americana* Mill) Hass variety, has generated economic losses and phytosanitary restrictions for export, since causes damage up to 80% of the fruit. Among the conventional methods for the control of pests is chemical control, which can have undesirable impacts on the environment, affect non-target insects, in addition, harm human health, for these reasons its use is increasingly restricted. Currently, new control methods are being developed. The use of traps with attractive baits is a cultural practice that has shown high effectiveness for the capture of insects. In this sense, the objective of the research was to develop an attractant for the capture and monitoring of *H. lauri* in crops located in eastern Antioquia. The attractant mixtures were obtained by extractions with organic solvents and mixtures of pulp, peel and seed of avocado fruits in an immature state. Two types of agitation were used: manual and the combination of magnetic stirring with ultrasound. The attractiveness of the extracts will be evaluated in an olfactometer for insects. The positive response will be given by the number of adult borers attracted to each extract. The study will be complemented with microextraction in solid phase and gas chromatography coupled to mass spectrometry (SPME/GC-MS), to identify the volatile and semi-volatile components present in the extracts that present greater attractive capacity. It is expected to find that coleopters respond positively to some of the evaluated treatments.

## RESUMO

A praga quarentenária *Hellipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), comumente conhecida como “barrenador grande do osso e/ou semente” na fruta de abacate (*Persea americana* Mill) variedade Hass, gerou grandes perdas econômicas e restrições fitossanitárias para a exportação, gerando danos até de 80% do fruto. Dentro dos métodos convencionais para o controle de pragas encontramos o controle químico, que pode ter um impacto indesejável sobre o meio ambiente, afetar insetos não alvo e também prejudicar a saúde humana, por estas razões, sua utilização está cada vez mais restrita. Atualmente, novos métodos de controle estão sendo desenvolvidos. A utilização de armadilhas com extratos com efeito atrativo é uma prática cultural que tem se mostrado altamente eficaz para a captura de insetos. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um atrativo para monitorar e capturar o *H.lauri* em cultivos ubicados no Oriente antioqueño. As misturas com efeito atrativo foram obtidas por extração com solventes orgânicos e misturas da polpa, cascas e sementes do fruto do abacate em estado imaturo. Foram utilizados dois tipos de agitação: manual e a combinação de agitação magnética com ultrassom. O efeito atrativo dos extratos serão testados no olfatômetro para insetos. A resposta positiva está determinada pelo número de barrenadores adultos atraídos por cada extrato. O estudo será complementado por microextração em fase sólida e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (SPME/GC-MS), para identificar os compostos voláteis e semi-voláteis presentes nos extratos que apresentaram um maior efeito atrativo. Espera-se encontrar uma resposta positiva dos coleopteros em algum dos tratamentos avaliados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosa, C. F., MC Clavijo, A., Karlsson, F. M., Cotes, A. M., & Witzgall, P. (2011). Respuesta de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) a compuestos volátiles de papa, *Solanum tuberosum*. *Revista colombiana de entomología*, 37(1), 1-7. Recuperado el 20 de Mayo de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v37n1/v37n1a01.pdf>
- Caicedo R., L., Varón debia, E., Bacca, T., & Carabali, A. (2010). Daños ocasionados por el perforador del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Tolima (Colombia). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 129-136. Recuperado el 14 de Mayo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/4499/449945029004/>
- Castañeda Vildózola, A. (2008). Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleóptera:Curculionidae) en la región central de México. Montecillo, Toexcoco, México. Recuperado el 21 de Mayo de 2018, de [http://www.cm.colpos.mx/valdez/alvaro\\_files/tesis\\_castaneda\\_vildoza\\_2008.pdf](http://www.cm.colpos.mx/valdez/alvaro_files/tesis_castaneda_vildoza_2008.pdf)
- F. Peralta, A. (2010). Revisión del estudio de volátiles en café (*Caffe arabica*) or microextracción en fase sólida. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 19(19). Obtenido de <http://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/55/53>
- Pacheco, A., Blanco-Metzler, H., & Mora, R. (2012). Modificación de olfatómetros de cuatro brazos para experimentación en broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleóptera:Curculionidae). *Agronomía Costarricense*, 36(1), 69-78. Recuperado el 20 de Mayo de 2018, de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n1/a05v36n1.pdf>



# 8. Química analítica

**Detección de ocratoxina a en café por voltamperometría y hplc con detector de fluorescencia a través de la optimización estequiométrica de la hidrólisis ácida del metabolito**

*Detection of ocratoxin a in coffee by voltamperometry and hplc with fluorescence detector through the aquatic simulation of the metabolito acid hydrolysis*

*Detecção de ocratoxina a no café por voltamperometria e de hplc com detector de fluorescência através da simulação aquática da hidrólise do ácido metabolit*

**Diomer Hernán Aristizábal Buitrago**  
**Santiago Sánchez Escobar**  
**Pablo Valencia Osorio**

Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA-Regional Caldas, Km vía, Cl. 10,  
Magdalena, Colombia

**Dyro Alexis Giraldo Bustamante**  
**Gonzalo Taborda Ocampo**

Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA-Regional Caldas, Km vía, Cl. 10,  
Magdalena, Colombia  
Universidad de Caldas, Cl. 65 #26-10, Manizales, Caldas, Colombia –  
gtaborda@ucaldas.edu.co

**Jose Alejandro Baeza Reyes**

3Universidad Nacional Autónoma de México, Av Universidad 3000, Cd.  
Universitaria, Coyoacán,  
04510 Ciudad de México, CDMX, México – baeza@unam.mx

## **PALABRAS CLAVE**

Ocratoxina A, voltamperometría, estequiometría.

## RESUMEN

La Ocratoxina A (OTA) es una micotoxina generada por diferentes clases de hongos micromisetos. La agencia internacional para investigación sobre el cáncer (IARC) la ha clasificado en el grupo de toxinas 2B, como posible carcinogénico humano. Donde sus principales afecciones están reportadas a nivel nefrotóxico en concentraciones del orden nanomol/L. Por lo tanto, surge el interés de evaluar la presencia de este metabolito secundario en café debido a la carencia parcial de buenas prácticas agrícolas en la totalidad de caficultores del país. De acuerdo con estudios exploratorios realizados recientemente por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento y Alimentos (Invima) en Colombia, se ha reportado la presencia de esta toxina incluso con valores superiores a los 10 $\mu$ g/kg en café soluble y 5 $\mu$ g/kg para café tostado y molido de acuerdo con la norma para una ingesta diaria de café. Por consiguiente, surge la necesidad de generar un método alternativo a la cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) con detector de fluorescencia y columnas de inmunoafinidad, que por su gran especificidad en el análisis presenta elevados costos y mano de obra altamente capacitada para la realización del mismo. En este sentido, se ha desarrollado la automatización de un dispositivo electroquímico de bajo costo para la detección de forma indirecta de este metabolito.

En el presente trabajo, se pretende realizar la optimización de la hidrólisis ácida de Ocratoxina A, obteniéndose una molécula de cumarina y otra de fenilalanina con la cual, esta segunda proporciona la concentración de OTA mediante su relación estequiométrica y así reducir costos en la adquisición de estándares de OTA para su respectiva detección y cuantificación. A término de garantizar una

hidrólisis completa durante la reacción, el procedimiento se evalúa mediante un diseño de superficie de respuesta Box-Behnken 23, donde se tienen en cuenta factores como la temperatura, el tiempo y la concentración de ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> durante la reacción a las diferentes concentraciones de OTA en las que presenta probabilidad de ocurrencia en el café. La reacción de hidrólisis es monitoreada mediante estándares a través de HPLC, voltamperometría cíclica tanto en potenciostato de casa comercial como en el dispositivo automatizado. De esta manera, se obtiene un método alternativo y de bajo costo: tanto en los estándares a emplear durante el análisis, como el instrumental de trabajo; gracias a la aplicación de principios fundamentales de química, programación y electrónica analógica.

## ABSTRACT

*Ochratoxin A (OTA) is a mycotoxin generated by different kinds of micromisetos fungi. The international agency for cancer research (IARC) has classified it in the group of toxins 2B, as a possible human carcinogen. Its main affections are reported at the nephrotoxic level in concentrations of the nanomol/L. Therefore, there is interest in evaluating the presence of this secondary metabolite in coffee, due to partial lack of good agricultural practices in all the country's coffee growers. According to exploratory studies, carried out recently by the National Institute for Drug and Food Surveillance (Invima) in Colombia, the presence of thistoxin has been reported even with values above 10µg/kg in soluble coffee and 5µg/kg for roasted and ground coffee, according to the norm, for a daily coffee intake. Therefore, there is a need to generate an alternative method of high performance liquid chromatography (HPLC) with fluorescence detector and immunoaffinity*

columns, which, due to its high specificity in the analysis, presents high costs and a highly skilled workforce. The automation of a low-cost, electrochemical device has been developed for the indirect detection of this metabolite. The present work, its intended to optimize the acid hydrolysis of Ochratoxin A, obtaining one molecule of coumarin and another of phenylalanine which, this second provides the concentration of OTA by its stoichiometric ratio and thus reduce costs in the acquisition of OTA standards, for their respective detection and quantification. In order to ensure a complete hydrolysis during the reaction, the procedure is evaluated by a Box- Behnken 23 response surface design, which takes into account factors such as temperature, time and the concentration of sulfuric acid  $H_2SO_4$  during the reaction to the different concentrations of OTA, which presents probability of occurrence in coffee. The hydrolysis reaction is monitored by standards through HPLC, cyclic voltammetry in both the commercial house potentiostat and the automated device. In this way, an alternative and low cost method is obtained: both in the standards to be used during the analysis, and in the work instruments; thanks to the application of fundamental principles of chemistry, programming and analog electronics.

## RESUMO

A ocratoxina A (OTA) é uma micotoxina gerada por diferentes tipos de fungos micromisetos. A agência internacional para pesquisa do câncer (IARC) classificou-a no grupo de toxinas 2B, como um possível carcinógeno humano. Onde suas principais afecções são relatadas no nível nefrotóxico em concentrações da ordem nanomol / L. Portanto, há interesse em avaliar a presença desse metabólito secundário no café, devido à falta parcial de boas práticas agrícolas em todos os cafeicultores do país. De acordo com estudos recentes exploratórias

*pelo Instituto Nacional de Vigilância de Medicamentos e Alimentos (Invima) na Colômbia, que relatou a presença desta toxina mesmo com 5 ug / kg maior do que 10 ug / kg em valores de café solúvel e de café torrado e terra de acordo com a norma para uma ingestão diária de café. Portanto, a necessidade de gerar um método alternativo para cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detecção por fluorescência e colunas de imunoafinidade, o que por sua elevada especificidade na análise apresenta elevados custos de trabalho e altamente treinados para realização disso. Neste sentido, a automação de um dispositivo eletroquímico de baixo custo foi desenvolvida para a detecção indireta deste metabólito. Neste trabalho, que é a realização de otimização da hidrólise ácida de ocratoxina A, dando origem a uma molécula de cumarina e outro fenilalanina com o qual esta segunda fornece concentração de OTA pela proporção estequiométrica e, portanto, reduzir os custos de aquisição de Padrões OTA para sua respectiva detecção e quantificação. Um prazo para assegurar a conclusão da hidrólise durante a reação, o procedimento é avaliada por uma caixa-Behnken superfície resposta desenho 23, onde factores, tais como temperatura, tempo e concentração de ácido sulfúrico de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> são tidos em conta durante a reaco as diferentes concentrações de OTA em que apresenta probabilidade de ocorrência no café. A reação de hidrólise é monitorada por padrões através de HPLC, voltametria cíclica tanto no potenciostato da casa comercial quanto no dispositivo automatizado. Desta forma, um método alternativo e de baixo custo é obtido: tanto nos padrões a serem utilizados durante a análise, quanto nos instrumentos de trabalho; graças à aplicação dos princípios fundamentais da química, programação e eletrônica analógica.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrunhosa, L., & Venâncio, A. (2007). Isolation and purification of an enzyme hydrolyzing ochratoxin A from *Aspergillus niger*. *Biotechnology Letters*, 29(12), 1909–1914. <http://doi.org/10.1007/s10529-007-9479-2>
- Aristizabal, D. H., Giraldo, D. A., Sanchez, S., Taborda, G., & Baeza, A. (2017). Implementation of electrochemical elements for an alternative detection of ochratoxin A. *Journal of Physics: Conference Series*, 365, 11001. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/365/1/011001>
- Cagliari, S. C., & Pagnan, M. (2013). Estudio teórico sobre la hidrólisis ácida de amidas alifáticas y aromáticas. *Informacion Tecnologica*, 24(3), 35–40. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300005>
- Dridi, F., Marrakchi, M., Gargouri, M., Garcia-Cruz, A., Dzyadevych, S., Vocanson, F., ... Lagarde, F.(2015). Thermolysin entrapped in a gold nanoparticles/polymer composite for direct and sensitive conductometric biosensing of ochratoxin A in olive oil. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 221, 480–490. <http://doi.org/10.1016/j.snb.2015.06.120>
- Todescato, F., Antognoli, A., Meneghello, A., Cretaio, E., Signorini, R., & Bozio, R. (2014). Sensitive detection of Ochratoxin A in food and drinks using metal-enhanced fluorescence. *Biosensors and Bioelectronics*, 57, 125–132. <http://doi.org/10.1016/j.bios.2014.01.060>

**Implementación de un método analítico para cuantificación de  $\beta$ -caroteno en zanahoria (*daucus carota* L.) Por uhplc-dad, utilizando como método de extracción fluidos supercríticos (fsc).**

***Implementation of an analytical method for quantification of  $\beta$ -carotene in carrot (*daucus carota* L.) By uhplc-dad, using as a method of extraction supercritical fluids (fsc).***

***Implantação de um método analítico para quantificação de  $\beta$ -caroteno em zanahoria (*daucus carota* L.) Por uhplc-dad, utilizando-se como fluidos supercríticos de método de extração (fsc).***

**Melisa Páez**

Profesional en Química, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**Natalia Cadavid**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Magister en Química, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA, Rionegro- Colombia.

**Bladimir Martinez**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Tecnólogo en Alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje, Rionegro- Colombia.

**Juan Manuel Monsalve**

**Alex Jimenez Henao**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Aprendiz en Tecnología en Control de la Calidad, Servicio Nacional de Aprendizaje, Rionegro- Colombia.

**Maria Isabel Betancur**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, Magister en Ingeniería Agroindustrial, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA , Rionegro- Colombia.

**Catarina Pássaro**

Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, PhD en Tecnología, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo GIIA , Rionegro- Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Carotenoides, extracción supercrítica, cromatografía líquida.

## RESUMEN

Uno de los mayores intereses en relación a los carotenoides está relacionado con su acción antioxidante que reduce el estrés oxidativo del organismo, previniendo determinados tipos de cáncer, alteraciones cardiovasculares e inmunológicas. La zanahoria se ha consolidado como una excelente fuente de antioxidantes (carotenoides) 10,36 mg de  $\beta$ -caroteno en 100 g de muestra para mitigar este tipo de procesos. La extracción de compuestos bioactivos a partir de fuentes vegetales utilizando solventes ha sido muy implementada; sin embargo, se ha generado la necesidad de desarrollar métodos de extracción menos contaminantes y con el máximo rendimiento de sustancias bioactivas, en un corto periodo de tiempo y a bajo costo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue implementar un método analítico para la cuantificación de  $\beta$ -caroteno en zanahoria por UHPLC-DAD, utilizando como método de extracción fluidos supercríticos (FSC). El material vegetal fresco de zanahoria, fue desintegrado y deshidratado en horno a una temperatura de 40°C y un tiempo de secado de 40 horas. Lo anterior, permitió obtener un material vegetal seco con 8,4% de humedad (b.h), para pulverización y posterior extracción en el equipo de FSC. La mejor condición del proceso fue a una temperatura de 80 °C, presión de 450 bar, flujo de CO<sub>2</sub> a 5 g/minutos y tiempo de una hora. Las muestras fueron reconstituidas con acetona grado HPLC para su análisis cromatográfico, utilizando una columna C30 (5  $\mu$ m, 150 x 4.6 mm), detector DAD, volumen de inyección de 10  $\mu$ L y velocidad de flujo de 1 mL/min a 20 °C. La fase móvil utilizada fue metanol-acetona, en gradiente para un tiempo total de corrida de 12 minutos. El  $\beta$ -caroteno fue detectado a una longitud de onda de 453 nm e identificado comparando el tiempo de retención y los espectros con los estándares de  $\beta$ -caroteno. Para la cuantificación

del  $\beta$ -caroteno se realizó una curva de calibración en el rango de linealidad encontrado de 2 a 10  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno /ml de solución, logrando obtener así entre 8,5 y 19,5 mg de  $\beta$ -caroteno por cada 100 g de zanahoria, resultados acordes a valores reportados en la literatura (12 -66 mg de  $\beta$ -caroteno). La técnica implementada por UHPLC permitió una rápida detección del compuesto, minimizar costos en solvente y disminución del tiempo de retención. Paralelamente, la extracción por FSC permitió acortar el tiempo de extracción, disminuir el consumo de solvente, aumentar el rendimiento de extracción y mejorar la calidad del extracto.

### **ABSTRACT**

*One of the major interests in relation to carotenoids is related to its antioxidant action that reduces the oxidative stress of the organism, preventing certain types of cancer, cardiovascular and immunological alterations. The carrot has been consolidated as an excellent source of antioxidants (carotenoids) 10.36 mg of  $\beta$ -carotene in 100 g of sample to mitigate this type of process. The extraction of bioactive compounds from plant sources using solvents has been widely implemented; However, there has been a need to develop less polluting extraction methods with the maximum yield of bioactive substances, in a short period of time and at low cost. Therefore, the objective of this work was to implement an analytical method for the quantification of  $\beta$ -carotene in carrot by UHPLC-DAD, using supercritical fluids (FSC) extraction method. The fresh vegetable material of carrot, was disintegrated and dehydrated in oven at a temperature of 40 ° C and a drying time of 40 hours. This allowed to obtain a dry plant material with 8.4% humidity (b.h), for pulverization and subsequent extraction in the FSC equipment. The best condition of the process was at a temperature of 80 ° C, pressure of 450 bar, flow of CO<sub>2</sub> at 5 g / minute and time*

*of one hour. Samples were reconstituted with acetone grade HPLC for chromatographic analysis, using a C30 column (5  $\mu$ m, 150 x 4.6 mm), DAD detector, and injection volume of 10  $\mu$ L and flow rate of 1 mL / min at 20 ° C. The mobile phase used was methanol-acetone, in gradient for a total running time of 12 minutes. The  $\beta$ -carotene was detected at a wavelength of 453 nm and identified by comparing the retention time and the spectra with the  $\beta$ -carotene standards. For the quantification of  $\beta$ -carotene, a calibration curve was made in the linearity range found from 2 to 10  $\mu$ g of  $\beta$ -carotene / ml of solution, thus obtaining between 8.5 and 19.5 mg of  $\beta$ -carotene per each 100 g of carrot, results according to values reported in the literature (12 -66 mg of  $\beta$ -carotene). The technique implemented by UHPLC allowed rapid detection of the compound, minimizing solvent costs and reducing retention time. In parallel, the extraction by FSC allowed to shorten the extraction time, decrease the consumption of solvent, increase the yield of extraction and improve the quality of the extract.*

## **RESUMO**

*Um dos maiores interesses em relação aos carotenóides está relacionado com sua ação antioxidante que reduz o estresse oxidativo no corpo, impedindo determinados tipos de câncer, alterações cardiovasculares e imunológicas. A cenoura se consolidou como uma excelente fonte de antioxidantes (carotenóides) 10,36 mg de  $\beta$ -caroteno em 100 g de amostra para mitigar esse tipo de processos. A extração de compostos bioativos a partir de fontes vegetais utilizando solventes tem sido amplamente implementada, no entanto, tem gerado a necessidade de desenvolver métodos de extração menos poluentes e que possuam o máximo desempenho de substâncias bioativas, num curto período e baixo custo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi implementar um*

*método analítico para a quantificação de  $\beta$ -caroteno em cenoura por UHPLC-DAD, utilizando como método de extração fluidos supercríticos (FSC). O material vegetal fresco de cenoura foi desintegrado e desidratado num forno a uma temperatura de 40 °C e um tempo de secagem de 40 horas. Isto permitiu obter um material vegetal seco com 8,4 % de teor de umidade para pulverização e posterior extração no equipamento FSC. A melhor condição do processo foi uma temperatura de 80 °C, pressão de 450 bar, fluxo de CO<sub>2</sub> 5 g/minutos e tempo de uma hora. As amostras foram reconstituídas com acetona grau HPLC para análise cromatográfica, utilizando uma coluna C30 (5  $\mu$ m, 150 x 4.6 mm), detector DAD, 10  $\mu$ L de volume de injeção e velocidade de fluxo de 1 mL/min a 20 °C. A fase móvel utilizada foi metanol-acetona, em gradiente, por um tempo total de 12 minutos. O  $\beta$ -caroteno foi detectado em um comprimento de onda de 453 nm e identificado pela comparação do tempo de retenção e dos espectros com os padrões de  $\beta$ -caroteno. Para a quantificação do  $\beta$ -caroteno, foi realizada uma curva de calibração na faixa de linearidade encontrada de 2 a 10  $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno/ml de solução, obtendo-se assim entre 8,5 e 19,5 mg de  $\beta$ -caroteno por cada 100 g de cenoura, resultados de acordo com os valores reportados na literatura (12-66 mg de  $\beta$ -caroteno). A técnica implementada pelo UHPLC permitiu a detecção rápida do composto, minimizando os custos com solvente e reduzindo o tempo de retenção. Assim mesmo, a extração pelo FSC permitiu reduzir o tempo de extração, diminuir o consumo de solvente, aumentar o rendimento de extração e melhorar a qualidade do extrato.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M., Hincapié, S., Saavedra, N., Alzate, L., Muñoz, A., Londoño, J. & Jimenez Cartagena, C. (Agosto de 2015). Exploring feasible sources for lutein production: food by-products and supercritical fluid extraction, a reasonable combination. *Phytochemistry Reviews*, 1-7. doi:DOI 10.1007/s11101-015-9434-0v
- Bonifaz Peña, V. E. (2004). Selección de una metodología analítica para la determinación de provitamina A (beta-caroteno) en muestras de jugo de zanahoria (*Daucus carota* L). Tesis Licenciatura. Biología con área en Biotecnología. Departamento de Química y Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla.
- Da Silva Gomes, F. (Octubre de 2007). Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. *Revista de nutrição*, 20(5). doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732007000500009>
- Fikselová, M., Šilhár, S., Marecek, J., & Francaková, H. (2008). Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions. *Czech J. Food Sci.*, 26(4), 268-274. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/profile/Martina\\_Fikselova/publication/228484059\\_Extraction\\_of\\_carrot\\_Daucus\\_carota\\_L\\_carotenes\\_under\\_different\\_conditions/links/583d7d2b08ae8e63e614d9e1/Extraction-of-carrot-Daucus-carota-L-carotenes-under-different-conditions](https://www.researchgate.net/profile/Martina_Fikselova/publication/228484059_Extraction_of_carrot_Daucus_carota_L_carotenes_under_different_conditions/links/583d7d2b08ae8e63e614d9e1/Extraction-of-carrot-Daucus-carota-L-carotenes-under-different-conditions)
- Pinhero-Santana, Helena Maria, Stringheta, Paulo César, Brandao, Sebastião César Cardoso, Páez, Héctor Hernando, & Queiroz, Valéria Maria Vitarelli de. (1998). Evaluation of total carotenoids, alpha- and beta-carotene in carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. *Food Science and Technology*, 18(1), 39-4. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000100009>

**Jugo de *syzygium paniculatum* como indicador en titulaciones ácido base. Una alternativa económica para la enseñanza del concepto de PH**

*Syzygium paniculatum* juice as an indicator in acid base titrations. An economic alternative for teaching the PH concept

*Syzygium paniculatum* suco como indicador em título base ácida. Uma alternativa econômica para ensinar o conceito de PH

**Walter Pérez Mora  
Karen Tovar  
Oscar Collazos  
Jaquelin Mojica**

Centro de Gestión Industrial, tecnólogo en química aplicada a la industria,  
Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

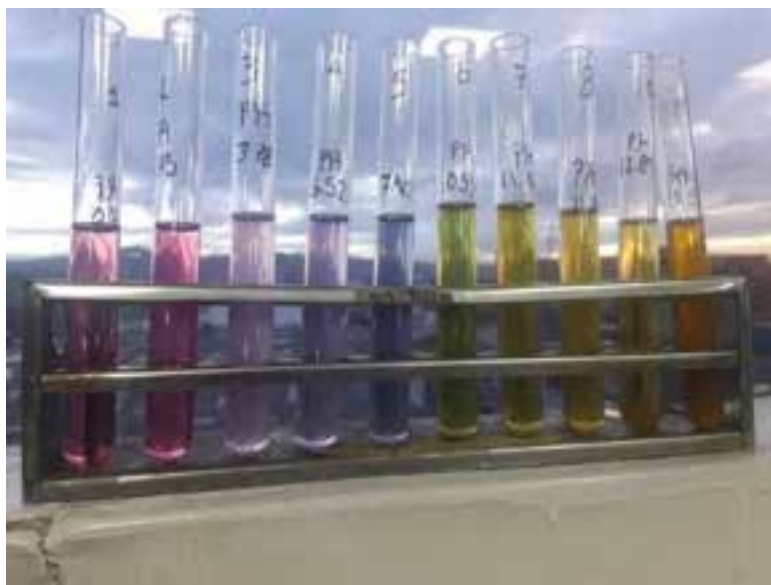
Extracción Soxhlet, Guanábana, Espectro infrarrojo

## **RESUMEN**

Un indicador de pH es una sustancia que produce un cambio químico apreciable por el cambio en el color, al añadir sustancias básicas o ácidas. Estos indicadores de pH pueden ser sintetizados químicamente u obtenidos a partir de materiales vegetales como el repollo morado, los pétalos de rosa y el curry, aprovechando el cambio de viraje que sufren al contacto con sustancias ácidas o alcalinas. Las sustancias principalmente responsables de la variación del

color, pertenecen a las familias de las antocianinas y curcumarinas que están presentes en los materiales vegetales empleados como indicadores. Por lo general, los indicadores usualmente usados, como indicadores ácido base, corresponden a compuestos sintéticos que tienen costos elevados y su acceso depende de la presencia de empresas dedicadas a la venta y distribución de reactivos químicos. Sumado a esto, las instituciones educativas a nivel básico y medio (incluso instituciones de educación superior), no poseen una infraestructura óptima para el almacenamiento de reactivos ni la realización de prácticas de laboratorio. En este trabajo se propone el uso del jugo de la cereza magenta como indicador de pH que puede ser utilizado como indicador ácido base. Para lograrlo, se prepararon soluciones amortiguadoras de pH en la escala de 1 a 13 y se les adicionó la misma cantidad de jugo de cereza magenta, encontrando que se presentan coloraciones que van del magenta al amarillo, pasando por el morado, azul y verde (figura 1) Se realizaron estandarizaciones de soluciones de ácido clorhídrico con carbonato de sodio, hidróxido de sodio con biftalato de potasio e hidróxido de sodio con ácido clorhídrico; en las sesiones de formación de grupos de la especialidad de Química Aplicada a la Industria del centro de Gestión Industrial, utilizando como indicador el jugo de la fruta, comparándola contra titulación potenciométrica y titulación contra indicador de fenolftaleína de los mismos sistemas ácido base. Se encuentra que los resultados obtenidos son comparables entre las dos técnicas utilizadas, por lo tanto, el jugo de los frutos de cereza magenta, que se encuentran en árboles en calles y parques de la ciudad de Bogotá tienen un potencial para ser utilizados como alternativa económica para la enseñanza del concepto de pH y como indicador en titulaciones ácido base.

**Figura 1. Coloraciones del indicador de pH de jugo de cereza magenta a diferentes pH**



### **ABSTRACT**

*A pH indicator is a substance that produces an appreciable chemical change by the change in the color, when adding basic or acids substances. These pH indicators can be synthesized chemically or obtained from plant materials such as purple cabbage, rose petals and curry, taking advantage of the change of turn they undergo when in contact with acidic or alkaline substances. The substances mainly responsible for the color variation, belong to the families of anthocyanins and curcumarins that are present in the plant materials used as indicators. In general, the indicators usually used as acid base indicators correspond to synthetic compounds that have high costs and their access depends on the presence of companies dedicated to the sale and distribution of chemical reagents. Added to this, educational institutions at the basic and middle level (including some institutions*

*of higher education), do not have an optimal infrastructure for the storage of reagents or the performance of laboratory practices. In this work we propose the use of Magenta cherry juice as an indicator of pH that can be used as a base acid indicator. To achieve this, pH buffer solutions were prepared on a scale of 1 to 13 and the same amount of magenta cherry juice was added, finding colorations ranging from magenta to yellow, passing through purple, blue and green (Figure 1). Titration of solutions of hydrochloric acid with sodium carbonate, sodium hydroxide with potassium biftalate, and sodium hydroxide with hydrochloric acid, in the training sessions of groups in the specialty of Applied Chemistry Industry in SENA - Center of Industrial Management, using as an indicator the fruit juice, comparing it against potentiometric titration and titration against the phenolphthalein indicator of the same acid base systems. It is found that the results obtained are comparable between the two techniques used, therefore the juice of the Magenta Cherry fruits, which are found in trees in streets and parks of the city of Bogotá have a potential to be used as an economic alternative for the teaching of the concept of pH and as indicator in acid base titrations.*

## **RESUMO**

*Um indicador de pH é uma substância que produz uma mudança química considerável pela mudança na cor, ao adicionar substâncias básicas ou ácidos. Estes indicadores de pH podem ser sintetizados quimicamente ou obtidos a partir de materiais vegetais como repolho roxo, pétalas de rosa e caril, aproveitando a mudança de turno que sofrem quando em contato com substâncias ácidas ou alcalinas. As substâncias responsáveis principalmente pela variação de cor, pertencem às famílias de antocianinas e curcumarinas presentes nos materiais vegetais usados como indicadores. Em geral, os indicadores*

usualmente utilizados como indicadores de base ácida correspondem a compostos sintéticos que possuem altos custos e seu acesso depende da presença de empresas dedicadas à venda e distribuição de reagentes químicos. Somado a isso, as instituições de ensino de nível básico e médio (incluindo instituições de ensino superior), não possuem uma infraestrutura ideal para o armazenamento de reagentes ou o desempenho de práticas de laboratório. Neste trabalho propomos o uso do suco de cereja Magenta como um indicador de pH que pode ser usado como indicador de ácido base. Para conseguir isso, soluções tampão de pH foram preparadas em uma escala de 1 a 13 e a mesma quantidade de suco de cereja magenta foi adicionada, encontrando colorações variando de magenta a amarelo, passando por roxo, azul e verde. figura 1) padronizações soluções de ácido clorídrico com carbonato de sódio, hidróxido de sódio com biftalato de potássio, e hidróxido de sódio com ácido clorídrico, no centro da sessões de treino grupos especialidade Química Aplicada Indústria foram realizadas Gestão Industrial, utilizando como indicador o suco de fruta, comparando-o com titulação potenciométrica e titulação com o indicador de fenolftaleína dos mesmos sistemas de base ácida. Verificou-se que os resultados obtidos são comparáveis entre as duas técnicas utilizadas, portanto, o suco dos frutos cereja Magenta, encontrados em árvores em ruas e parques da cidade de Bogotá tem um potencial para ser usado como uma alternativa econômica para ensinando o conceito de pH e como um indicador em titulações de base ácida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- M. J. Amaya, G. Herreño, G. Mahecha, J. A. Pérez, J. M. Aparacio, Y. Valverde, I. V. Cortés, Plan local de Arborización Urbana: Localidad de Barrios Unidos, Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2007.
- L. Longo, A. Scardino, G. Vasapollo, F. Blando, "Anthocyanins from *Eugenia myrtifolia* Sims", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 8 n.º 3, pp. 329-332, 2007.
- C. E. Quijano-Celis, D. Echeverri-Gil, Y. Ruiz, J. A. Pino, "Volatiles from *Syzygium paniculatum* fruit", *Natural Product Communications*, vol 8, n.º 1, pp. 129-30, 2013.

**Síntesis, separación y caracterización de  
etilenglicol-ricinoleato**

*Synthesis, separation and characterization of  
ethylene glycol-ricinoleate*

*Síntese, separação e caracterização do richinoato de  
etileno glicol*

**Alneira Cuellar Burgos  
Fabio Augusto Mesa Rueda**

Laboratorio de polímeros y materiales compuestos, Universidad Nacional,  
Manizales - Colombia

**Jhonier Stevens Gutierrez Jimenez  
Carlos David Valencia Eraso**

Facultad de Ingeniería química, Universidad Nacional, Manizales – Colombia

**PALABRAS CLAVE**

Aceite de ricino, transesterificación, emulsión, poliuretanos

## RESUMEN

En la producción de poliuretanos se utilizan compuestos conocidos como polioles, dichos compuestos se producen mayormente a partir de materias primas no renovables (Das, Pandey, Mohanty, & Nayak, 2017), por lo cual la obtención de un polioliol a partir de una materia prima renovable como el aceite de ricino supone una gran alternativa a nivel industrial (Mutlu & Meier, 2010), donde dicho aceite puede ser extraído de la semilla de higuera, una planta endémica de zonas tropicales y subtropicales que crece de forma silvestre (García-cota, Cruz-gonzalez, & Sanchez-daza, 2009).

La reacción de transesterificación se llevó a cabo a una temperatura de 175°C durante dos horas, con exceso del etilenglicol, con una reacción molar de 9:1 con respecto al aceite de ricino (Alessandre, Ramos, & Zawadzki, 2015); debido a particularidades en la estructura del aceite de ricino no se presenta la formación de fases al finalizar la reacción, por lo cual se recurrió a un equilibrio líquido-líquido en el sistema al agregar agua, con el fin de poder separar las fases por gravedad, teniendo en cuenta que al agregar una cantidad muy elevada de agua se presenta una emulsión en la mezcla, a partir de diferentes ensayos se obtuvo que el máximo de agua que se puede agregar corresponde al 30% en peso en la mezcla de fases; posterior a la separación con el agua, se agregó diclorometano para disolver el éster y separarlo del aceite sin reaccionar, a través de fases, el diclorometano se retiró del éster por medio de rota-evaporación. Se caracterizó el producto obtenido con el número hidroxilo encontrándose un valor de 267,53 mg KOH/g, un valor ácido de 1,21 mg KOH/g (Mukherjea, Saha, & Sanyal, 1978), un peso equivalente de 209.7 g/eq, El análisis de FTIR muestra la flexión y estiramiento de enlace de un

alcohol secundario en 1348 y 1080  $\text{cm}^{-1}$ , además la presencia de un alcohol primario en 1036  $\text{cm}^{-1}$ , el estiramiento de un doble enlace en 3007  $\text{cm}^{-1}$ , el grupo éster, con el estiramiento del doble enlace entre carbono y oxígeno en 1736, el estiramiento y flexión del enlace simple entre carbono y oxígeno en 1243 y 1173  $\text{cm}^{-1}$ . Siendo así el producto caracterizado como etilenglicol monoricinoleato, con una funcionalidad de grupos hidroxilo de 2, donde el producto puede ser utilizado en diversas aplicaciones de polioli en poliuretanos, como elastómeros y plastificantes.

### **ABSTRACT**

*In the production of polyurethanes compounds known as polyols are used, this compounds are produced mainly from non-renewable raw materials (Das, Pandey, Mohanty, & Nayak, 2017), so obtaining a polyol from a renewable raw material such as castor oil is a great option to industrial sector (Mutlu & Meier, 2010), where said oil can be extracted from the seed of castor bean, an endemic plant of tropical and subtropical zones that grows wild. (García-cota, Cruz-gonzalez, & Sanchez-daza, 2009)*

*The transesterification reaction was carried out at a temperature of 175 ° C for two hours, with ethylene glycol in excess, with a molar reaction of 9:1 respect to castor oil(Alessandre, Ramos, & Zawadzki, 2015); due to particularities in the castor oil structure, the formation of phases at the end of the reaction does not occur, therefore a liquid-liquid equilibrium was used in the system when adding water, in order to be able to separate the phases by gravity, taking into account that adding a very high amount of water presents an emulsion in the mixture, From different tests it was obtained that maximum of water that can*

*be added corresponds to 30% by weight in the mixture of phases; After separation with the water, dichloromethane was added to dissolve the ester and separate it from the unreacted oil, through phases, the dichloromethane was removed from the ester by rotavaporation. The product obtained was characterized with: the hydroxyl number, with a value of 267.53 mg KOH / g, an acid value of 1.21 mg KOH / g (Mukherjea, Saha, & Sanyal, 1978), an equivalent weight of 209.7 g/eq. The FTIR analysis shows the bending and stretching of a secondary alcohol bond at 1348 and 1080  $\text{cm}^{-1}$ , in addition to the presence of a primary alcohol at 1036  $\text{cm}^{-1}$ , the stretching of a double bond at 3007  $\text{cm}^{-1}$ , the group ester, with the stretching of the double bond between carbon and oxygen in 1736, the stretching and bending of the simple bond between carbon and oxygen at 1243 and 1173  $\text{cm}^{-1}$ . Thus, the product is characterized as ethylene glycol monoricinoleate, with a functionality of hydroxyl groups of 2, where the product can be used in various polyol applications in polyurethanes, such as elastomers and plasticizers.*

## **RESUMO**

*Na produção de poliuretanos, são utilizados compostos conhecidos como polióis. Estes compostos são principalmente produzidos a partir de matérias-primas não renováveis (Das Pandey, Mohanty, e Nayak, 2017). Assim, obter-se um polioliol de uma matéria-prima renovável, como o óleo de rícino é um grande alterativo industrialmente (Mutlu & Meier, 2010), em que o referido óleo pode ser extraído a partir das sementes de uma planta de rícino endêmica de áreas tropicais e subtropicais cresce selvagem (García-cota, Cruz-gonzalez e Sanchez-daza, 2009).*

*A reação de transesterificação foi realizada a uma temperatura de 175°C durante duas horas, com um excesso de etileno-glicol, com uma razão molar de 9:1 em relação ao óleo de rícino (Alessandre, Ramos, & Zawadzki, 2015); devido a peculiaridades na estrutura da formação da fase de óleo de rícino não ocorre no final da reação, que foi utilizado para um equilíbrio líquido-líquido no sistema por adição de água, a fim de separar as fases por gravidade, tendo em conta que a adição de uma quantidade muito elevada de água apresenta uma emulsão na mistura, a partir de diferentes testes foi obtido que o máximo de água que pode ser adicionado corresponde a 30% em peso na mistura de fases; após a separação com água, adicionou-se diclorometano para dissolver o éster que não reagiu e óleo de separação por fases o diclorometano foi removido a partir do éster por rota- evaporação. Se caracterizou o produto obtido com o número de hidroxil encontrando-se um valor de 267,53 mg KOH/g, um índice de acidez de 1,21 mg KOH/g (Mukherjea, Saha, & Sanyal, 1978), um peso equivalente de 209,7 g/eq. A análise de FTIR mostra a dobragem e o alongamento do ligamento de um álcool secundário em 1348 e 1080  $\text{cm}^{-1}$ , mais a presença de um álcool primário em 1036  $\text{cm}^{-1}$ , que se estende de uma ligação dupla em 3007  $\text{cm}^{-1}$ , o grupo éster, com o alongamento da ligação dupla entre carbono e oxigênio em 1736, alongamento e flexão da ligação simples entre carbono e oxigênio a 1243 e 1173  $\text{cm}^{-1}$ . Sendo assim, o produto caracterizado como o glicol de etileno monorricinoleato, com uma funcionalidade de grupos hidroxilo de 2, em que o produto pode ser usado em várias aplicações de polioli poliuretanos, elastômeros e plastificantes.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessandre, T., Ramos, L. P., & Zawadzki, S. F. (2015). Application of Taguchi design to produce polyols based on castor oil derivatives with diethylene glycol. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 4(2), 93–99. <https://doi.org/10.13171/mjc.4.2.2015.11.04.15.35/barbosa>
- Das, S., Pandey, P., Mohanty, S., & Nayak, S. K. (2017). An insight on castor oil based polyurethane and nanocomposites: recent trends and development. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 56(January 2016), 1–30.
- García-cota, T. N. J., Cruz-gonzalez, V. M. De, & Sanchez-daza, O. (2009). Purificación de biodiesel obtenido de aceite de Ricino. *Superficies y Vacío*, 22(3), 20–23.
- Mukherjea, R. N., Saha, K. K., & Sanyal, S. K. (1978). Plasticizing Effect of Acetylated Castor Oil on Castor Oil- Based , Moisture-Cured Polyurethane Film. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 29(9), 653–656.
- Mutlu, H., & Meier, M. A. R. (2010). Castor oil as a renewable resource for the chemical industry. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(1), 10–30. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900138>



## **9. Química aplicada al proceso del café**

**Calidad sensorial de productos de café soluble producidos por Colcafé S.A.S. Y su correlación con el contenido de compuestos volátiles**

***Sensorial quality of soluble coffee products produced by Colcafé S.A.S. And its correlation with the content of volatile compounds***

***Qualidade sensorial dos produtos de café solúveis produzidos pela Colcafé S.A.S. E sua correlação com o conteúdo de compostos voláteis***

**Clara María Yepes Cartagena**

Laboratorio de Análisis de Residuos, Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia

**Monica Quintero**

Laboratorio de Análisis de Residuos, Instituto de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia  
Grupo de Investigación Colcafé, Medellín – Colombia

**Julian Zapata**

## **PALABRAS CLAVE**

Café soluble, compuestos volátiles, calidad sensorial.

## RESUMEN

El café colombiano es reconocido a nivel mundial como uno de los más apreciados dentro de los cafés arábigos, se ha destacado por su aroma intenso, acidez natural, cuerpo y amargo moderado; sin embargo, la tendencia del mercado mundial exige cada vez productos nuevos e innovadores con sellos característicos de región, autenticidad y calidad sensorial. La industria del café en Colombia no es ajena a esta situación y empresas como Colcafé S.A.S cada día innovan y desarrollan nuevos productos, dentro de estos encontramos el café soluble, el cual presenta una demanda creciente de consumo a nivel nacional e internacional (International Coffee Organization, 2018), dado a las características propias del proceso de elaboración y a sus perfiles aromáticos característicos que lo hacen resaltar como un producto atractivo y con un alto nivel de calidad.

El café soluble, el cual es nuestro objeto de estudio, es un producto con aroma complejo, su carácter final se encuentra relacionado a factores de operación y generación de compuestos volátiles, los cuales van de la mano de interacciones térmicas que generan moléculas con la cantidad y proporción adecuada de odorantes representativos propios del producto, siendo de este modo el aroma un factor de gran importancia ligado a la calidad; actualmente los métodos de producción y la tecnología utilizada están destinados a promover las características aromáticas que el consumidor pueda evocar, o más bien, que evoque ciertas emociones o sensaciones que en definitiva ayudan a afirmar la calidad de una buena taza de café. El objetivo de este trabajo es estudiar el contenido de compuestos volátiles presentes en el café

soluble y su papel en la aceptación sensorial del producto con el fin de contrastar con la evaluación sensorial implementada en Colcafé S.A.S.

En el desarrollo inicial de este proyecto se realiza un perfil QDA con el fin de evaluar la calidad de distintos conjuntos de muestras de café solubles (rechazados y aceptados), en lo transcurrido del año 2017, en función de su calidad aromática según procedimientos establecidos por Colcafé, los cuales siguen la normatividad aplicable correspondiente a las Normas Técnicas Colombianas 3501, 2758, 3314 y 4883. Los resultados arrojados demostraron que la característica de mayor rechazo en los lotes de muestras de estudio está relacionada con el aroma, lo cual a partir de este hallazgo nos lleva a realizar una segunda etapa de estudio en la cual nos encargaremos de caracterizar los compuestos volátiles presentes en muestras aceptadas y rechazadas y, de este modo correlacionar la información química con la información sensorial.

## **ABSTRACT**

*Colombian coffee is recognized worldwide as one of the most tasteful Arabica coffees, it has stood out for its intense aroma, natural acidity, body and moderate bitterness; However, the world market trend demands new and innovative products each time with characteristic stamps of region, authenticity and sensory quality. The coffee industry in Colombia is no stranger to this situation and companies such as Colcafé S.A.S every day innovate and develop new products, within these we find soluble coffee, which presents a growing demand for consumption locally and internationally (International Coffee Organization, 2018), given the characteristics of the production process and its characteristic*

*aromatic profiles that make it stand out as an attractive product with a high level of quality.*

*The soluble coffee which is our object of study is a product with complex aroma, its final nature is related to factors of operation and generation of volatile compounds, which go hand to hand with thermal interactions that generate molecules with the quantity and proportion suitable for representative odorant of the product, being in this way the aroma a factor of great importance linked to the quality; Currently the production methods and technology used are designed to promote the aromatic characteristics that the consumer can evoke or rather that evoke certain emotions or sensations that ultimately help to confirm the quality of a good cup of coffee. The objective of this work is to study the content of volatile compounds present in soluble coffee and its role in the sensory acceptance of the product in order to contrast with the sensorial evaluation implemented in Colcafe S.A.S.*

*At the initial development of this project a QDA profile is made in order to evaluate the quality of different sets of soluble coffee samples (rejected and accepted), during year 2017, depending on their aromatic quality according to established procedures by Colcafe, which follows the applicable regulations corresponding to the Colombian Technical Standards 3501, 2758, 3314 and 4883. The results showed that the distinctive of greater rejection in the batches of study samples is related to the aroma, this finding leads us to carry out a second stage of study in which we will be in charge of characterizing the volatile compounds present in accepted and rejected samples and in this way correlate the chemical information with the sensory information.*

## RESUMO

*O café colombiano é reconhecido a nível mundial como um dos mais apreciados dentro dos cafés arábicos, se destacou por seu aroma intenso, acidez natural, corpo e amargo moderado; no entanto, a tendência do mercado mundial exige a cada vez produtos novos e inovadores com selos característicos de região, autenticidad e qualidade sensoria. A indústria do café em Colômbia não é alheia a esta situação e empresas como Colcafé S.A.S a cada dia inovam e desenvolvem novos produtos, dentro destes encontramos o café soluble, o qual apresenta uma demanda crescente de consumo a nível nacional e internacional (International Coffee Organization, 2018), dado às características próprias do processo de elaboração e a seus perfis aromáticos característicos que o fazem realçar como um produto atraente e com um alto nível de qualidade.*

*O café soluble o qual é nosso objeto de estudo é um produto com aroma complexo, seu carácter final se encontra relacionado a factores de operação e geração de compostos voláteis, os quais vão da mão de interacções térmicas que geram moléculas com a quantidade e proporção adequada de odorantes próprios do produto, sendo deste modo o aroma um factor de grande importância unido à qualidade; actualmente os métodos de produção e a tecnologia utilizada, estão destinadas a promover as características aromáticas que o consumidor possa evocar ou mais bem que evoque certas emoções ou sensações que em definitiva ajudam a afirm a qualidade de uma boa xícara de café. O objectivo deste trabalho é estudar o conteúdo de compostos voláteis presentes no café soluble e seu papel na aceitação sensorial do produto com o fim de contrastar com a avaliação sensorial implementada em Colcafé S.A.S.*

*No desenvolvimento inicial deste projecto realiza-se um perfil QDA com o fim de avaliar a qualidade de diferentes conjuntos de mostras de café solubles (recusados e aceitados), no decorrido do ano 2017, em função de sua qualidade aromática segundo procedimentos estabelecidos por Colcafe, os quais seguem a normatividade aplicável correspondente às Normas Técnicas Colombianas 3501, 2758, 3314 e 4883. Os resultados arrojados demonstraram que a característica de maior rejeição nos lotes de mostras de estudo está relacionada com o aroma, o qual a partir deste achado nos leva a realizar uma segunda etapa de estudo na qual encarregar-nos-emos de caracterizar os compostos voláteis presentes em mostras aceitadas e recusadas e deste modo correlacionar a informação química com a informação sensorial.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, K., & Shankaranayana, M. (1987). Volatile flavour compounds in coffee. *Indian Coffee*, 51(6), 8-19.
- G., R. (2006). Flavor analysis. *Flavor Chemistry and Technology*, 33-67.
- Grosch, W. 2007. Gas Chromatography-Olfactometry of Aroma Compounds. In: *Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Germany: Springer-Verlag. Pp. 363-378.
- Zapata, J; Londoño, V; Naranjo, M; Osorio, J; Lopez, C. and Quintero, M. 2018. Characterization of aroma compounds present in an industrial recovery concentrate of coffee flavor. *CyTA - Journal of Food*. 16:367-372.
- Zhang, Z.; Yang, M. and Pawliszyn, J. 1994. Solid phase microextraction: a solvent-free alternative for sample preparation. *Analytical Chemistry*. 66(17):844A-853A.

**Caracterización de compuestos volátiles en café especial, variedad castillo (coffea arabica l.) Bajo diferentes procesos de fermentación.**

*Volatile compound characterization in special coffee, variety castillo (coffea arabica l.) Under different fermentation processes*

*Caracterização de compostos voláteis em cafés especiais, variedade de castle (coffea arabica l.) Sob diferentes processos de fermentação.*

**Johanna Marcela Acosta**

Centro de los Recursos Naturales Renovables, La Salada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Caldas, Antioquia - Colombia.

**Wilson Barragan Hernández**

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, C. I. Turipaná, Cereté - Colombia.

**Andrés Felipe Ruiz Márquez**

Centro de los Recursos Naturales Renovables, La Salada, Servicio Nacional de Aprendizaje, Caldas, Antioquia - Colombia.

**Jesús Gil González**

Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional, Medellín - Colombia.

**PALABRAS CLAVE**

Cromatografía, fermentación, componentes principales, perfil de taza.

## RESUMEN

El mercado del café ha venido exigiendo un producto más sano, nutritivo, económico y con procesos de beneficio ambientalmente amigables (FNC, 2007). En esta tendencia se destacan procesos de beneficio en seco, cafés naturales, cafés semi-lavados y fermentaciones prolongadas. Estos procesos deben ser confiables, reproducibles y sostenibles en el tiempo, para lo cual se requiere identificar con claridad y precisión los elementos químicos que son afectados. Para abordar esta problemática, el objetivo de este trabajo planteó la caracterización de los compuestos volátiles de diferentes procesos de fermentación del café especial, variedad castillo y su relación con el perfil de taza.

Se tomaron seis muestras de una finca cafetera ubicada en el municipio de Barbosa (Antioquia), entre abril de 2017 y marzo de 2018. Las muestras fueron sometidas a cuatro procesos de fermentación: lavado, Honney Amarillo, Honney Rojo y natural. Las muestras fueron molidas usando nitrógeno líquido y almacenadas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Los compuestos volátiles se analizaron por cromatografía, empleando una fibra (DVB/CAR/PDMS) 50/30. Para el análisis de volátiles se empleó un cromatógrafo gaseoso acoplado a masas (GC-MS QP2010S) a  $230^{\circ}\text{C}$  durante 5 min (Evangelista et al., 2014), el perfil de taza (PT) se analizó con evaluación sensorial de acuerdo a SCAA (2017). Los datos se analizaron mediante componentes principales (CP) utilizando la librería FactoMiner del software R-Project.

El análisis CP indicó que 4 componentes explican el 78.92% de la variabilidad en los datos. El CP1 retuvo el 38.80% de la variabilidad y fue caracterizado como el efecto del secado con pulpa o no.

Este componente separó el proceso de fermentación Natural de las fermentaciones: lavado, Honney Amarillo y Honney Rojo. Los compuestos volátiles con mayor correlación positiva al CP1 fueron alcoholes (0.8576), éster (0.7220), pirrol (0.7039) y furán (0.6840). Dentro del PT, se registraron correlación positiva con las notas vinoso (0.8749), frutales (0.8096) y piña (0.7456). Los PT asociados negativamente al CP1, estuvieron relacionados con sabores a panela (-0.7183) y chocolate (-0.5314). El CP2 retuvo el 25.39% de la variabilidad sin discriminar algún proceso fermentativo, por lo cual se caracterizó como la relación entre los volátiles y el proceso de tostión. Al CP2 se correlacionaron negativamente los volátiles pirrol (-0.6298) y furán (-0.5940), descritos como compuestos asociados a procesos de tostión fuerte (Bressanello et al. 2017), en este componente también se asociaron PT con tonos ácidos (piña y tamarindo). En el CP2, se correlacionaron positivamente las notas de PT con sabor a cacao (0.7272) y miel (0.6742), con volátiles como pirazina (0.7393) y fenol (0.6676).

## **ABSTRACT**

*The coffee market has been demanding a healthier, nutritive and economic product with benefit processes environmentally friendly (FNC, 2007). This trend highlights dry processing, natural coffees, semi-washed coffees and prolonged fermentations. These processes must be reliable, reproducible and sustainable over time, for which it is necessary to identify clearly and accurately the chemical elements that are affected. To address this problem, the objective of this work was to characterize the volatile compounds of different fermentation processes of the specialty coffee, Castillo variety, and its relationship with the cup profile.*

*Six samples were taken from a coffee farm located in the municipality of Barbosa (Antioquia), between April 2017 and March 2018. The samples were subjected to four fermentation processes: Washed; Yellow Honey; Red Honey and Natural.*

*The samples were ground using liquid nitrogen and stored at -80°C. The volatile compounds were analyzed by chromatography, using a fiber (DVB / CAR / PDMS) 50/30. For the analysis of volatiles, a gas chromatograph coupled to masses (GC-MS QP2010S) at 230 ° C for 5 min was used (Evangelista et al., 2014) The cup profile (CP) was analyzed with sensory evaluation according to SCAA (2017). The data was analyzed by principal component analysis (PCA) using the FactoMiner library of the R-Project software.*

*The PCA analysis indicated that 4 components explain 78.92% of the variability in the data. PCA1 retained 38.80% of the variability and was characterized as the effect of drying with or without pulp. This component separated the natural fermentation process, from the fermentations: Washed, Yellow Honey and Red Honey. The volatile compounds with the highest positive correlation to PCA1 were alcohols (0.8576), ester (0.7220), pyrrole (0.7039) and furan (0.6840), and within the CP, there was a positive correlation with the vinous (0.8749), fruity (0.8096) and pineapple (0.7456) notes. The CPs negatively associated with PCA1 were related to flavors of panela (-0.7183) and chocolate (-0.5314). The PCA2 retained 25.39% of the variability without discriminating any fermentative process, which is why it was characterized as the relationship between volatiles and the roasting process. PCA2 was negatively correlated with the pyrrole (-0.6298) and furan (-0.5940) volatiles, described as compounds associated with strong roasting processes (Bressanello et al., 2017), in this component*

were also associated CP with acid tones (pineapple and tamarind). In the PCA2, the CP notes were positively correlated with cocoa flavor (0.7272) and honey (0.6742), with volatiles such as pyrazine (0.7393) and phenol (0.6676).

## RESUMO

O mercado de café vem exigindo um produto mais saudável, mais nutritivo e econômico, com processos benéficos ao meio ambiente (FNC, 2007). Esta tendência destaca o processamento em seco, cafés naturais, cafés semi-lavados e fermentações prolongadas. Esses processos devem ser confiáveis, reprodutíveis e sustentáveis no tempo, para o qual é necessário identificar com clareza e precisão os elementos químicos afetados. Para resolver este problema, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os compostos voláteis de diferentes processos de fermentação do café especial, variedade Castillo, e sua relação com o perfil de xícara.

Seis amostras foram retiradas de uma fazenda de café localizada no município de Barbosa (Antioquia), entre abril de 2017 e março de 2018. As amostras foram submetidas a quatro processos de fermentação: Lavado, Honney Amarelo, Honney Vermelho e Natural. As amostras foram trituradas com nitrogênio líquido e armazenadas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Os compostos voláteis foram analisados por cromatografia, utilizando uma fibra (DVB / CAR / PDMS) 50/30. Para a análise de voláteis, foi utilizado um cromatógrafo gasoso acoplado a massas (GC-MS QP2010S) a  $230^{\circ}\text{C}$  por 5 min (Evangelista et al., 2014). O perfil da xícara (PT) foi analisado com avaliação sensorial de acordo com a SCAA. (2017). Os dados foram analisados por análise de componentes principais (CP) usando a livreria FactoMiner do software R-Project.

A análise CP indicou que quatro componentes explicam o 78,92% da variabilidade nos dados. O CP1 retido o 38,80% da variabilidade e foi caracterizado como o efeito da secagem ou de polpa ou não. Este componente separou o processo de fermentação natural das fermentações: Lavagem, Honney amarelo e Honney vermelho. Os compostos voláteis com correlação mais positivos á CP1 foram álcoois (0,8576), éster (0,7220), pirrole (0,7039) e furano (0,6840). Dentro do PT uma correlação positiva foi gravado com notas vínicas (0,8749), frutadas (0,8096) e abacaxi (0,7456). Os PT negativamente associados ao CP1 foram relacionados aos sabores de panela (-0,7183) e chocolate (-0,5314). O CP2 reteve 25,39% da variabilidade sem discriminar qualquer processo fermentativo, razão pela qual foi caracterizada como a relação entre os voláteis e o processo de torrefacção. No CP2 foram correlacionados negativamente com os voláteis pirrole (-0,6298) e furano (-0,5940) descritos como compostos associados a processos de torrefacção fortes (Bressanello et al. 2017), este componente PT também foram associados com tons de ácido (abacaxi e tamarindo). No CP2 foram positivamente correlacionadas as notas de PT com o sabor do cacau (0,7272) e mel (0,6742), com voláteis como a pirazina (0,7393) e fenol (0,6676).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Flament, I., & Bessièrre-Thomas, Y. (2002). Coffee flavor chemistry. John Wiley & Sons.

Bressanello, D., Liberto, E., Cordero, C., Rubiolo, P., Pellegrino, G., Ruosi, M. R., & Bicchi, C. (2017). Coffee aroma: Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC-MS to describe the sensory properties in cup. *Food chemistry*, 214, 218-226.

Díaz, M. (2014). Recomendaciones para la experimentación de métodos de beneficio para producir cafés de alta calidad, 1-11.

Evangelista, S. R., Miguel, M. G. D. C. P., de Souza Cordeiro, C., Silva, C. F., Pinheiro, A. C. M., & Schwan, R. F. (2014). Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. *Food microbiology*, 44, 87-95.

FNC. (2007). Sistemas de producción del café en Colombia. *Sistemas de Producción de Café En Colombia*, 309.

## Contenido de metabolitos específicos en cáscara de *Coffea arabica*

### *Content of specific metabolites in coffea arabica husk*

### *Conteúdo de metabólitos específicos em cascara coffea arabica*

**Harol Esneyder Benites Cuellar**  
**Liseth Natalia Cuellar Alvarez**

Grupo de Investigación Bioprospección de los Productos Naturales  
Amazónicos, Programa de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad  
de la Amazonia, Florencia – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Fenoles, café, ácido gálico, catequina

## **RESUMEN**

Los metabolitos específicos son compuestos con propiedades biológicas como antifúngica, antioxidante, antibacterial entre otras (Xu, Wang, Liu, Yuan, & Gao, 2015) que se encuentran en la mayoría de las plantas superiores. Por ejemplo, el fruto de la especie vegetal *Coffea*, es sometido al proceso de beneficio, para obtener el producto final (café); durante este proceso, se genera el residuo (cáscara), el cual es desechado, o empleado como materia

orgánica, para acondicionar suelos (Patay, Bencsik, & Papp, 2016). De acuerdo al bajo aprovechamiento del residuo (cáscara) después del despulpado de café en departamentos como Huila y Caquetá, es necesario evaluar el contenido de metabolitos específicos como fenoles y flavonoides (Patay, Sali, et al., 2016). De esta manera dar a conocer la potencialidad de la cáscara, de acuerdo a su composición, lo que generaría un mejor aprovechamiento en el procesamiento del grano del café, y un valor agregado a la especie (Getachew & Chun, 2016).

El objetivo principal de la investigación, consistió en evaluar el contenido total de metabolitos específicos en la cáscara de café; para tal fin, se usaron las técnicas espectrofotométricas de Folin ciocalteu y cloruro de aluminio (Świeca, Gawlik-Dziki, Sęczyk, Dziki, & Sikora, 2018). Se halló presencia de fenoles y flavonoides cuantificados con los patrones ácido gálico y catequina. Los resultados encontrados, se compararon con residuos de la cáscara de maracuyá, copoazú (Rufino et al., 2010); encontrando que la composición de metabolitos varía en un rango de 250ug/mL, 410ug/mL, respectivamente. Lo que permite concluir que la cáscara de Coffea, es fuente potencial de metabolitos específicos, reportados en estudios anteriores con potencial biológico activo, lo que permitiría visualizar dicho residuo como futuro alimento funcional o nutracéutico (Ferreira et al., 2013).

## ABSTRACT

*The specific metabolites are compounds with biological properties such as antifungal, antioxidant, antibacterial, among others (Xu, Wang, Liu, Yuan, & Gao, 2015) that are found in most of the higher plants. For example, the fruit of the Coffea plant species is subjected to the benefit process to obtain the final product (coffee); During this process, the waste (shell) is generated, which is discarded, or used as organic matter, to condition the soil. (Patay, Bencsik, & Papp, 2016). According to the low use of the residue (husk) after coffee pulping in departments such as Huila and Caquetá, it is necessary to evaluate the content of specific metabolites such as phenols and flavonoids (Patay, Sali, et al., 2016). In this way, to make known the potential of the shell, according to its composition, which would generate a better use in the processing of the coffee grain, and an added value to the species (Getachew & Chun, 2016).*

*The main objective of the research was to evaluate the total content of specific metabolites in coffee husks; for this purpose, the spectrophotometric techniques of Folin ciocalteu and aluminum chloride (Świeca, Gawlik-Dziki, Sęczyk, Dziki, & Sikora, 2018) were used. It was found presence of phenols and flavonoids quantified with the acidic gallic acid and catechin. The results were compared with cascara de maracuyá, copoazú residues (Rufino et al., 2010); finding that the composition of metabolites varies in a range of 250ug / mL, 410ug / mL, respectively. This allows us to conclude that the Coffea peel is a potential source of specific metabolites, reported in previous studies with active biological potential, which would allow visualizing this residue as a future functional or nutraceutical food.*

## RESUMO

Os metabolitos específicos são compostos com propriedades biológicas como antifúngica, antioxidante, antibacteriana, (Xu, Wang, Liu, Yuan, e Gao, 2015) incluindo os encontrados na maior parte das plantas superiores. Por exemplo, o fruto da espécie de planta *Coffea* é submetido ao processo de benefício para obter o produto final (café); Durante este processo, o resíduo (casca) é gerado e descartado ou usado como matéria orgânica, para condicionar o solo. (Patay, Bencsik e Papp, 2016). De acordo com a baixa utilização do resíduo (casca) após de tirar a polpa do café nos estados de Huila e Caquetá, se faz necessário avaliar o conteúdo de metabolitos específicos, tais como fenóis e flavonoides (Patay, Sali, et al., 2016). Assim ações de sensibilização para o potencial uso da casca, de acordo com a sua composição, o que levaria a uma melhor utilização no processamento de grãos de café e agregar valor aproveitável à espécie (Getachew & Chun, 2016).

O objetivo principal da pesquisa foi avaliar o teor total de metabolitos específicos em casca de café; para esta finalidade foi, utilizada a técnicas espectrofotométricas e cloreto de alumínio de Folin Ciocalteu (Swieca, Gawlik-Dziki, Sęczyk, Dziki, & Sikora, 2018). Verificou-se a presença de fenóis e flavonóides quantificando-os com o ácido gálico acídico e a catequina. Os resultados foram comparados com resíduos de casca de maracujá, copuazu (Rufino et al., 2010); constatando que a composição dos metabolitos varia em uma faixa de 250  $\mu\text{g} / \text{mL}$  a 410  $\mu\text{g} / \text{mL}$ , respectivamente. Em conclusão, de que a casca de *Coffea* é fonte possível de metabolitos específicos, referido em estudos prévios com potencial biológico ativo, o que iria apresentar tais resíduos como futura fonte de alimento funcional ou nutracêuticos (Ferreira et al., 2013).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, É. C. B. A. (2013). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822–830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Getachew, A. T., & Chun, B. S. (2016). Influence of hydrothermal process on bioactive compounds extraction from green coffee bean. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 38, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.09.006>
- Patay, É. B., Bencsik, T., & Papp, N. (2016). Phytochemical overview and medicinal importance of *Coffea* species from the past until now. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(12), 1127–1135. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.11.008>
- Patay, É. B., Sali, N., Koszegi, T., Csepregi, R., Balázs, V. L., Németh, T. S., ... Papp, N. (2016). Antioxidant potential, tannin and polyphenol contents of seed and pericarp of three *Coffea* species. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(4), 366–371. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.03.014>
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Świeca, M., Gawlik-Dziki, U., Sęczyk, Ł., Dziki, D., & Sikora, M. (2018). Interactions of green coffee bean phenolics with wheat bread matrix in a model of simulated in vitro digestion. *Food Chemistry*, 258(March), 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.081>
- Xu, H., Wang, W., Liu, X., Yuan, F., & Gao, Y. (2015). Antioxidative phenolics obtained from spent coffee grounds (*Coffea arabica* L.) by subcritical water extraction. *Industrial Crops and Products*, 76, 946–954. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.054>

**Cuantificación de algunos nutrientes y micronutrientes presentes en los residuos agroindustriales de coffea arabica**

*Physicochemical quantification of some macro and micronutrients present in agroindustrial waste coffea arabica*

*Quantificação de alguns nutrientes e micronutrientes presentes nos resíduos agroindustriais de coffea arabica*

**Jaquelin Mojica**

Instructor SENA - CGI – jmojica06@misena.edu.co

**Walter Pérez Mora**

Instructor SENA - CGI – whperez0@misena.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Residuos de café, nutrientes, caracterización, Coffea arabica.

## **RESUMEN**

Los residuos agroindustriales en la actualidad representan un gran reto para los investigadores en relación a encontrar alternativas novedosas y eficientes para su utilización y aprovechamiento. El cultivo de café es uno de los más importantes en Colombia debido a las muy reconocidas propiedades de este fruto a nivel mundial. Dentro del proceso de producción de café a nivel nacional tan solo se aprovecha el 9,5% del peso total del fruto, desechándose

el restante (90,5%) casi sin tratamiento alguno. Uno de los subproductos que en algunos casos se ha logrado extraer de estos residuos, son pectinas impuras, pero el proceso no se ha extendido ampliamente. Debido a esto se hace necesaria la caracterización de los posibles nutrientes y micronutrientes de estos residuos con miras a la identificación de posibles usos potenciales de estos materiales remanentes y de interés industrial.

Los nutrientes cuantificados incluyen entre otros la humedad y ceniza por método gravimétrico de acuerdo a la AOAC; contenido de nitrógeno por método de micro kjeldahl y extrapolación a contenido de proteína multiplicando por el factor de 6.25. También se determinó la cantidad de grasa y azúcares por los métodos convencionales AOAC. En cuanto a los micronutrientes se establecieron las cantidades presentes de minerales como Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn y Cu, por espectrofotometría de absorción atómica. Como sustancias de interés nutricional también se estudiaron los contenidos de compuestos fenólicos (polifenoles, taninos, antocianinas, flavonoides) por espectrofotometría ultravioleta-visible.

Como conclusión del estudio se encontró que los residuos de la agroindustria cafetera presentan gran potencial en cuanto a contenidos aprovechables de macro y micronutrientes que los convierte en fuentes prometedoras de nuevos productos comercializables en industrias como la de alimentos, farmacéutica o cosmética, entre otras.

## **ABSTRACT**

*Agro industrial waste currently represents a great challenge for researchers in relation to other innovative and efficient alternatives for its use and exploitation. Coffee is one of the most important products in Colombia due to the well-known properties of this fruit worldwide. Only 9.5% of the total weight of the fruit can be harvested within the national coffee production process, with the remaining 90.5% being discarded almost untreated. One of the by-products that in some cases has been extracted from these residues, are impure pectins, but the process has not spread widely. Due to this, the characterization of the possible nutrients and micronutrients of this waste is needed with a view to the identification of possible uses of these remaining materials and it's industrial interest.*

*Quantified nutrients include, among others, moisture and ash by gravimetric method according to the AOAC; nitrogen content by microkjeldahl method and extrapolation to protein content multiplying by 6.25 factor. The amount of fat and sugars was also determined by conventional AOAC methods. Micronutrients were established in quantities present of minerals such as Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn and Cu, by atomic absorption spectrophotometry. Also included are phenolic contents, as nutritional interest compounds, (polyphenols, tannins, anthocyanins, flavonoids) established by ultraviolet-visible spectrophotometry.*

*As a conclusion of the study, residues of coffee agro-industry presents great potential in terms of the macro and micronutrient contents were found, this is particularly useful in food, pharmaceutical or cosmetic industry.*

## RESUMO

*Os resíduos agroindustriais representam atualmente um grande desafio para os pesquisadores em relação à busca de alternativas inovadoras e eficientes para seu uso e aproveitamento. O cultivo de café é um dos mais importantes na Colômbia, devido às propriedades bem conhecidas desta fruta em todo o mundo. Dentro do processo nacional de produção de café, apenas 9,5% do peso total da fruta é utilizado, descartando os 90,5% restantes quase sem qualquer tratamento. Um dos subprodutos que em alguns casos foi extraído desses resíduos, são pectinas impuras, mas o processo não se espalhou amplamente. Por isso, é necessário caracterizar os possíveis nutrientes e micronutrientes desses resíduos, com vistas à identificação de possíveis usos potenciais desses materiais remanescentes e do interesse industrial.*

*Os nutrientes quantificados incluem, entre outros, umidade e cinza pelo método gravimétrico de acordo com a AOAC; teor de nitrogênio pelo método microkjeldahl e extrapolação para teor de proteína multiplicando pelo fator de 6,25. A quantidade de gordura e açúcares também foi determinada pelos métodos convencionais AOAC. Quanto aos micronutrientes, as quantidades presentes de minerais como Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica. Como substâncias de interesse nutricional, os teores de compostos fenólicos (polifenóis, taninos, antocianinas, flavonóides) também foram estudados por espectrofotometria ultravioleta-visível.*

*Em conclusão, o estudo constatou que resíduos agroindustriais de café têm um grande potencial em termos de conteúdo explorável de macro e micronutrientes que as torna promissoras fontes de novos produtos comercializáveis em setores como alimentos, produtos farmacêuticos e cosméticos, entre outros.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC Official Method 932.12. 2005. Solids (soluble) in fruit, and fruit products. Official

Method of Analysis of AOAC International, ed 18, cap 37.

AOAC official Method 923.03 2005. Total ashes Food Samples, Official Methods of

Analysis 18th edition cap 32, pág. 2.

Cafeteros, Federación Nacional de. (2016). Producción de café en Colombia creció 4% en Enero. Detrás del café de Colombia.

Rathinavelu, R., & Graziosi, G. (2005). Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. Organización internacional del café, 4.

Valencia, N. R. (1997). Manejo de residuos de la industria cafetera. Seminario internacional

**Desarrollo de dos productos a base de café diferenciado con ingredientes naturales y propiedades funcionales**

*Development of two products based on coffee differentiated with natural ingredients and functional properties*

*Desenvolvimento de dois produtos à base de café diferenciados com ingredientes naturais e propriedades funcionais*

**Victor Manuel Ramirez Salgado**

**Frank Alberto Cuesta**

**Heidy Yuliana Sánchez**

Centro para la Formación Cafetera, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA,  
Manizales - Colombia

**Paula Natalia Bedoya Cardona**

2Tecnólogo en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria, Servicio  
Nacional de Aprendizaje SENA, Manizales - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Antioxidantes, bebida funcional, especias, salud.

## **RESUMEN**

En los últimos años, ha aumentado considerablemente el interés por conocer la relación entre la dieta y la salud. Se ha demostrado que muchos alimentos tradicionales contienen componentes que resultan beneficiosos para nuestro organismo. Dichos alimentos se consideran funcionales ya que aportan nutrientes y actúan en beneficio de una o varias funciones del organismo,

por lo que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar. Estos alimentos ejercen un papel preventivo ya que reducen los factores de riesgo que provocan la aparición de enfermedades. El café, alimento funcional, es consumido con frecuencia en todo el mundo. Se estima que cada año, millones de personas beben 600 mil millones de tazas de café, entre el ritual matutino y sus actividades sociales. Esto ha sido posible debido a su amplia comercialización, que engloba una población demográfica más extensa que otros alimentos funcionales.

Su propiedad funcional de mayor reconocimiento, es la capacidad estimulante atribuida a la cafeína, que se obtiene principalmente de la infusión de la semilla. Por su parte, diferentes aplicaciones de los subproductos del café han despertado amplio interés, ya que se ha demostrado que contienen componentes similares al grano, en diferentes concentraciones, también con propiedades funcionales. El objetivo general de este proyecto, busca desarrollar dos bebidas funcionales, una con la infusión de café tostado y molido, la otra una tisana de cáscara de café, por medio de la definición de los criterios de selección de los ingredientes a usar en los productos diferenciados; formulando bebidas de café con ingredientes naturales y propiedades funcionales, evaluando la posibilidad de mezclar ingredientes naturales como especies seleccionadas (apio, canela, cúrcuma, anís, jengibre, pimienta, y/o el hongo *Ganoderma lucidum*) y así verificar los atributos de inocuidad, calidad, funcionalidad; además de las propiedades organolépticas y microbiológicas de las dos (2) bebidas de café. Para llevar a cabo lo anterior, el grano de café se va a tostar con especial cuidado, para obtener una taza de características limpias y con extracción eficiente de sólidos solubles; se va a testear la preparación en una máquina automática de bebidas y con ello,

se espera obtener aumento en la cantidad de antioxidantes, sin cambiar drásticamente su sabor original. La cáscara del café se deshidrata mediante el proceso establecido, se realizan pruebas sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, para posteriormente mezclar las especias antes mencionadas, para validar su calidad antioxidante y sensorial. Posteriormente, se fabrican las tizanas, con subproductos de café liofilizados, teniendo en cuenta las características establecidas en las Normas Técnicas Colombianas vigentes: 2698, 5522, 3408, 3407 y 3406.

### **ABSTRACT**

*In recent years, interest in knowing the relationship between diet and health has increased considerably. It has been shown that many traditional foods contain components that are beneficial to our body. These foods are considered functional because they provide nutrients and act to the benefit of one or several functions of the body, so they provide a better state of health and well-being. These foods have a preventive role since they reduce the risk factors that cause the appearance of diseases. Coffee, a functional food, is frequently consumed all over the world. It is estimated that each year, millions of people drink 600 billion cups of coffee, between the morning ritual and their social activities. This has been possible due to its wide commercialization, which encompasses a more extensive demographic population than other functional foods. Its functional property of greater recognition is its stimulating capacity attributed to caffeine, which is obtained mainly from the infusion of the seed. On the other hand, different applications of coffee by-products have aroused great interest, since they have been shown to contain grain-like components, in different concentrations, also with functional properties. The general*

*objective of this project, seeks to develop two functional drinks, one with the infusion of roasted and ground coffee, the other a tisane of coffee husk, by means of the definition of the selection criteria of the ingredients to use in the products differentiated; formulating coffee drinks with natural ingredients and functional properties, evaluating the possibility of mixing natural ingredients such as selected species (celery, cinnamon, turmeric, anise, ginger, pepper, and / or the fungus Ganoderma lucidum) and thus verify the safety attributes, quality, functionality, in addition to the organoleptic and microbiological properties of the two (2) coffee drinks. To carry out the above, the coffee bean will be roasted with special care, to obtain a cup of clean characteristics and efficient extraction of soluble solids; the preparation is going to be tested in an automatic beverage machine and with this, an increase in the amount of antioxidants is expected, without drastically changing its original flavor. The coffee husk is dehydrated through the established process, sensory, physicochemical and microbiological tests are carried out, to later mix the spices mentioned above, to validate its antioxidant and sensory quality. Subsequently, the "tizanas" are made with lyophilized coffee by-products, taking into account the characteristics established in the current Colombian Technical Standards: 2698, 5522, 3408, 3407 and 3406.*

## **RESUMO**

*Nos últimos anos, o interesse em conhecer a relação entre dieta e saúde aumentou consideravelmente. Tem sido demonstrado que muitos alimentos tradicionais contêm componentes que são benéficos para o nosso corpo. Estes alimentos são considerados funcionais porque fornecem nutrientes e agem em benefício de uma ou várias funções do organismo, proporcionando assim um melhor estado de*

saúde e bem-estar. Esses alimentos têm um papel preventivo, pois reduzem os fatores de risco que causam o surgimento de doenças. O café, um alimento funcional, é frequentemente consumido em todo o mundo. Estima-se que a cada ano, milhões de pessoas bebam 600 bilhões de café, entre o ritual da manhã e suas atividades sociais. Isso foi possível devido à sua ampla comercialização, que abrange uma população demográfica mais extensa do que outros alimentos funcionais. Sua propriedade funcional de maior reconhecimento, é sua capacidade estimulante atribuída à cafeína, obtida principalmente a partir da infusão da semente. Por outro lado, diferentes aplicações de subprodutos de café têm despertado grande interesse, uma vez que se demonstrou que contêm componentes semelhantes a grãos, em diferentes concentrações, também com propriedades funcionais.

O objectivo geral deste projecto visa desenvolver duas bebidas funcionais, com a infusão de café torrado e moído, o outro uma casca de café tisana, através da definição de critérios para a seleção de ingredientes para uso em produtos diferenciada; formulação de bebidas de café com ingredientes naturais e as propriedades funcionais, avaliar a possibilidade de misturar ingredientes naturais como espécies seleccionadas (aipo, canela, açafraão, anis, gengibre, pimenta, e / ou fungo *Ganoderma lucidum*) e, portanto, verificar os atributos de segurança, qualidade, funcionalidade, além das propriedades organolépticas e microbiológicas das duas (2) bebidas de café. Para realizar o exposto, o grão de café será torrado com especial cuidado, para obter um copo de características limpas e eficiente extração de sólidos solúveis; a preparação será testada em uma máquina automática de bebidas e, com isso, espera-se um aumento na quantidade de antioxidantes, sem alterar drasticamente seu sabor original. shell café é desidratado pelo processo estabelecido,, testes físico-químicos e microbiológicos sensoriais são realizados e,

*posteriormente, misturando os temperos acima, para validar suas propriedades antioxidantes e qualidade sensorial. Posteriormente, as tizanas são produzidas com subprodutos de café liofilizados, levando em conta as características estabelecidas nas atuais Normas Técnicas da Colômbia: 2698, 5522, 3408, 3407 e 3406.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bisht, S., & Sisodia, S. S. (2010). Coffea arabica: A wonder gift to medical science. *Journal of Natural Pharmaceuticals*, 1(1), 58-65.

Esquivel, P., & Jiménez, V. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488-495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>

International Coffee Organization. (2018). International Coffee Organization. Obtenido de: <http://www.ico.org/es/Market-Report-17-18-c.asp?section=Estad%EDstica>

Martirosyan, D. M., & Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, 209-223.

**Evaluar la inocuidad para la madera de café como empaque en los procesos de maduración de bebidas alcohólicas**

*Evaluate the safety for coffee woods as packaging in the processes of maturing alcoholic beverages*

*Avaliar a segurança para madeiras de café como embalagens nos processos de maturar bebidas alcoólicas*

**Victor Manuel Ramírez Salgado**

**Frank Alberto Cuesta**

**Pablo Valencia**

**Heidy Yuliana Sánchez**

Centro para la Formación Cafetera, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Manizales – Colombia.

**Paula Natalia Bedoya Cardona**

Tecnólogo en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Manizales – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Análisis, lignización, tafia de caña, variedad Castillo.

## **RESUMEN**

Desde hace siglos, la madera que se emplea para el empaque de bebidas alcohólicas se ha obtenido del árbol de roble. Los enólogos lo prefieren, porque le aporta aromas elegantes y mejoran el tacto en boca. Para la elaboración de las bebidas alcohólicas, es necesario un periodo de tiempo definido en las barricas de acuerdo al tipo de bebida, ya sea vino, whisky, ron, entre otros. La aplicación

de madera de café como empaque para bebidas alcohólicas, busca reducir el impacto ambiental que produce la zoca del café anualmente. En el proceso de vigilancia tecnológica realizado hasta el momento, no se han hallado diseños de empaques a base de madera de café para bebidas alcohólicas. Sin embargo, se ha encontrado información acerca de algunos estudios realizados a la madera del café para la fabricación de pisos, puertas y tableros, donde se ha determinado que el listón macizo aprovechable varía entre 19 y 25mm de espesor, con longitudes de 30cm. Por ello, se busca evaluar la inocuidad para la madera de café como empaque en los procesos de maduración de bebidas alcohólicas, estableciendo las características sensoriales de almacenamiento en dicho empaque. Para su desarrollo, se realizará la evaluación física, química y nanotecnológica de la madera del café (variedad Castillo) como empaque para la maduración de bebidas alcohólicas, determinando las propiedades mecánicas y elásticas en la madera, el seguimiento al proceso de maduración de la bebida almacenada en barriles será evaluado fisicoquímica y sensorialmente. Para el proceso, los empaques de madera de café se utilizaron vacíos, sin ningún proceso de lignización, con olores a madera y frutos secos; posteriormente, los empaques se sellan con agua potable, a temperatura ambiente. Se detectó que después de diez días de almacenamiento, los empaques de madera presentaron olores a agua estancada (moderado). Una vez realizado el proceso de lignización a los empaques, se les depositará tafia de caña al 70% y se dejará por un periodo de tiempo mínimo de tres meses, en un lugar fresco y libre de contaminación cruzada. Posteriormente, se realizarán los análisis microbiológicos y de migración sensorial, con protocolos basados en las Normas Técnicas Colombianas NTC1532 y GTC191, para bebidas alcohólicas.

## ABSTRACT

*For centuries, the wood used for the packaging of alcoholic beverages has been obtained from the oak tree. Winemakers prefer it, because it gives it elegant aromas and improves mouthfeel. For the elaboration of alcoholic beverages, a period of time defined in the barrels is necessary according to the type of beverage, be it wine, whiskey, rum, among others. The application of coffee wood as packaging for alcoholic beverages, seeks to reduce the environmental impact produced by the coffee market annually. In the process of technological monitoring carried out so far, no packaging designs based on coffee wood for alcoholic beverages have been found. However, information has been found about some studies carried out on coffee wood for the manufacture of floors, doors and boards, where it has been determined that the usable solid strip varies between 19 and 25mm in thickness, with lengths of 30cm. For this reason, the aim is to evaluate the safety of coffee wood as packaging in the maturation processes of alcoholic beverages; establishing the sensory characteristics of storage in said packaging. For its development, the physical, chemical and nanotechnological evaluation of coffee wood (Castillo variety) will be carried out as packaging for the maturation of alcoholic beverages, determining the mechanical and elastic properties in the wood; the monitoring of the maturation process of the beverage stored in barrels will be evaluated physicochemically and sensorially. For the process, the coffee wood packaging was used empty, without any process of lignization, with odors of wood and nuts; later, the packages are sealed with potable water, at room temperature. It was detected that after ten days of storage, wood packaging presented smells of stagnant (moderate) water. Once the lignization process has been carried out on the packages, they will be given tafia cane at 70% and left for a period of at least three months, in a cool place free of cross contamination.*

*Subsequently, microbiological and sensory migration analyzes will be carried out, with protocols based on the Colombian Technical Standards NTC1532 and GTC191, for alcoholic beverages.*

## **RESUMO**

*Durante séculos, a madeira utilizada para a embalagem de bebidas alcoólicas foi obtida a partir do carvalho. Os produtores preferem, porque lhe confere aromas elegantes e melhora a sensação na boca. Para a produção de bebidas alcoólicas, é necessário um período de tempo definido nas barris de acordo com o tipo de bebida, quer vinho, uísque, rum, entre outros. A aplicação da madeira de café como embalagem para bebidas alcoólicas, busca reduzir o impacto ambiental produzido pelo mercado cafeeiro anualmente. No processo de vigilância tecnológica feito até agora, não foi encontrado desenhos de café embalagens à base de madeira para bebidas alcoólicas. No entanto, tem encontrado algumas informações sobre estudos para café de madeira para o fabrico de pisos, portas e placas, onde foi determinado que a tira sólida utilizável varia entre 19 e 25 milímetros de espessura, com comprimentos de 30 centímetros. Por esse motivo, o objetivo é avaliar a segurança da madeira de café como embalagem nos processos de maturação de bebidas alcoólicas; estabelecer as características sensoriais de armazenamento na referida embalagem. Para desenvolvimento, físicas, químicas e café madeira classificação Nanotechnological (variedade Castillo) irá ser realizado como embalagem para a maturação de bebidas alcoólicas, a determinação das propriedades mecânicas e elásticas da madeira; monitorização do processo de maturação da bebida armazenada em barris, que serão avaliadas físico-química e sensorial. Para o processo, a embalagem de madeira café usado vazio, sem qualquer lignización processo, com*

*aromas de madeira e de casca rija; mais tarde, as embalagens são seladas com água potável, à temperatura ambiente. Foi detectado que após dez dias de armazenamento, as embalagens de madeira apresentavam odores de água estagnada (moderada). Depois de concluído o processo de lignización a embalagem, eles foram depositados cana tafia 70% e deixá-lo durante um período mínimo de três meses num lugar fresco livre de contaminação cruzada. Posteriormente, análises de migração microbiológicas e sensoriais serão realizados com base em Normas Técnicas colombianas e GTC191 NTC1532 para protocolos de bebidas alcoólicas.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Farfán Valencia, F., & Rendón Sáenz, J. R. (2014). Producción de madera por las variedades Castillo y Tabi en sistemas agroforestales. Avances técnicos Cenicafe, 448, 1-4.
- Marín Ospina, D. (2016). Desarrollo de perfiles por aproximación multidimensional para rones Medellín portafolio FLA, 3, 5, 8, 12 años y edición especial maestro Gabo. Gobernación de Antioquia.
- Gonzales-Delgado, J. C. (2012). El roble usado en cuba para el añejamiento del ron. Habana, Cuba: Universidad de la Habana. Instituto de farmacia y alimentos.

## **Influencia de la temperatura sobre la actividad antioxidante en cáscara de coffea arabica**

*Influence of temperature on antioxidant activity in coffea arabica husk*

*Influência da temperatura na atividade antioxidante em cascara de coffea arabica*

**Florez A.  
Cuéllar N.**

Grupo de Investigación Bioprospección de los Productos Naturales Amazónicos, Programa de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de la Amazonia, Florencia – Colombia.

### **PALABRAS CLAVE**

Coffea, temperatura, DPPH, ABTS

### **RESUMEN**

El desequilibrio entre la producción de especies reactivas del oxígeno (EROS), y la capacidad de un sistema biológico para contrarrestar las mismas, producen estrés oxidativo (Yen, Wang, Chang, & Duh, 2005). Para contrarrestar dicho fenómeno, existen compuestos antioxidantes que inhiben la producción de radicales libres (Castro et al., 2018, Ramalakshmi, Rao, Takano-Ishikawa, & Goto, 2009), sin embargo existen factores como los cambios de

temperatura que influyen en generación de moléculas con actividad atrapadora de radicales o antioxidantes (Bravo, Monente, Juárez, De Peña, & Cid, 2013). En este trabajo se estudió la influencia de la temperatura de extracción en la actividad antioxidante, en cáscara de café, teniendo en cuenta que es un residuo al cual se le da uso en su mayoría como abono, y no como fuente antioxidante.

De esta forma se puede determinar cuál es el mejor tratamiento que puede recibir este residuo agroindustrial para ser utilizado como una fuente potencial de antioxidantes. El objetivo del presente trabajo, consistió en realizar el análisis de actividad antioxidante a liofilizados de cáscara de café, obtenidos posteriormente a la extracción acuosa en frío (25°C) y caliente (90°C), de 300g de material vegetal. La liofilización se realizó con la finalidad de eliminar el agua, evitando el uso de solventes u otros procedimientos que generen alteración diferente al cambio de temperatura frío o caliente, además de mantener las propiedades químicas de la cáscara de *Coffea arabica*. Luego de obtener los liofilizados, se midió la actividad antioxidante utilizando los métodos DPPH y ABTS (Kim, Ahn, Eun, & Moon, 2016). El porcentaje de inhibición de los radicales medidos in vitro para el liofilizado con extracción en caliente fue del 62,5%, en comparación con el extracto en frío que mostró el 38,2% de inhibición. Los resultados mostraron que el mayor potencial antioxidante correspondió al liofilizado que se extrajo en caliente, esto se debe al rompimiento del tejido vegetal lo que permite la liberación en mayor concentración de compuestos con propiedad antiradicalaria.

Sin embargo, se sugiere la evaluación del contenido de metabolitos específicos, ya que se podrían degradar por la alta temperatura, lo que lleva a concluir que el uso de la temperatura

para la extracción es un factor fundamental para la extracción de compuestos, pero se debe tener en cuenta, cuántos y qué tipos de compuestos son beneficiados, o todo lo contrario afectados por los cambios de temperatura. Tal es el caso de investigaciones realizadas en cacao, donde sus resultados mostraron que, si bien tostar es perjudicial para los contenidos de clovamide (antioxidante) del cacao, no existe correlación entre la concentración de este compuesto y las propiedades antioxidantes generales de las muestras de cacao, y sugirieron que la clovamide es importante pero no crítica para la actividad antioxidante de cacao (Arlorio et al., 2008).

### **ABSTRACT**

*The imbalance between the production of reactive oxygen species (EROS), and the capacity of a biological system to counteract them, produces oxidative stress (Yen, Wang, Chang and Duh, 2005). To counteract this phenomenon, there are antioxidant compounds, which inhibit the production of free radicals (Castro et al., 2018, Ramalakshmi, Rao, Takano-Ishikawa, & Goto, 2009), however there are factors such as temperature changes, which influence in generation of molecules with radical or antioxidant trapping activity (Bravo, Monente, Juárez, De Peña, and Cid, 2013). In this work, the influence of extraction temperature on the antioxidant activity in coffee husks was studied, taking into account that it is a residue which can be used mostly as fertilizer, and not as an antioxidant source. In this way it is possible to determine which is the best treatment that this agro-industrial residue can receive to be used as a potential source of antioxidants. The objective of the present work was to perform analyzes of antioxidant activity to coffee husk lyophilisates, then to the cold (25 ° C) and hot*

*(90 ° C) extraction of 300 g of plant material. The lyophilization was carried out with the purpose of eliminating the water, avoiding the use of solvents or other procedures that generated alteration different from the cold or hot temperature change, as well as maintaining the chemical properties of the Coffea arabica husk.*

*After obtaining the lyophilisates, the antioxidant activity was measured using the DPPH and ABTS methods (Kim, Ahn, Eun and Moon, 2016). The percentage of inhibition of the radicals measured in vitro for the lyophilisate with hot extraction was 62.5%, in comparison with the cold extract which showed 38.2% inhibition. The results showed that the highest antioxidant potential corresponded to the lyophilisate that was extracted in hot, this is due to the breakdown of plant tissue which allows the release in higher concentration of compounds with anti-radical properties. However, it is suggested that the evaluation of the content of specific metabolites, which can be degraded by the high temperature, which leads us to conclude that the use of temperature for extraction is a fundamental factor for the extraction of compounds, but It must take into account what and what kind of compounds are benefited, or everything that is affected by temperature changes.*

*Such is the case of research conducted in cocoa, which with its proven results, although, is harmful to the contents of clovamide (antioxidant) of cocoa, there is no correlation between the concentration of this compound and the general antioxidant properties of the cocoa samples, and suggested that clovamide is important but not critical for the antioxidant activity of cocoa (Arlorio et al., 2008)*

## RESUMO

*O desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), e a capacidade de um sistema biológico para opõe-los, produzem o stress oxidativo (Yen, Wang, Chang; Duh, 2005). Para diminuir este fenómeno, há compostos antioxidantes, que inibem a produção de radicais livres (Castro et al., 2018; Ramalakshmi, Rao, Takano-Ishikawa e Goto, 2009), no entanto, existem fatores, tais como alterações de temperatura, que afetam a geração de moléculas com atividade de eliminação de radicais ou antioxidantes (Bravo, Monente, Juárez, de Pena e Cid, 2013). Neste trabalho, o efeito da temperatura de extração em atividade antioxidante na casca de café, uma vez que é um resíduo que é determinado principalmente uso como fertilizante, e não como fonte antioxidante foi estudada. Assim, pode-se determinar o melhor tratamento aplicável a este resíduo agroindustriais para ser utilizado como uma fonte potencial de antioxidantes.*

*O objetivo deste trabalho foi orientado à análise da atividade antioxidante da casca liofilizada de café, obtida após da extração aquosa em frio (25 °C) e quente (90 °C), de 300 g de material vegetal. A liofilização foi realizada a fim de remover a água, evitando o uso de solventes ou outra alteração, que puder gerar mudanças diferentes a temperatura quente ou fria, além disso, manter as propriedades químicas da casca Coffea arabica. Após a obtenção da atividade antioxidante do liofilizado, ela foi medida utilizando o DPPH e métodos ABTS (Kim, Ahn, Eun, & lua, 2016). A percentagem de inibição do radical medida in vitro para o liofilizado com extração a quente foi de 62,5%, em comparação com o extrato frio mostrou 38,2% de inibição. Os resultados mostraram que o aumento do potencial antioxidante correspondeu à liofilizado extraído em quente, isto é devido à desagregação do tecido da planta permitindo a libertação de uma*

*maior concentração de compostos com propriedades anti-radicais. No entanto, sugere-se a avaliação do conteúdo de metabólitos específicos, uma vez que podem-se degradar pela alta temperatura, levando-nos a concluir que o uso da temperatura de extração é um fator chave na extração dos compostos, embora deva-se levar em conta, a quantidade e que tipo de compostos favorecidos ou afetados pelas mudanças de temperatura.*

*Tal é o caso da investigação em cacau, que têm os seus resultados mostraram que enquanto a torrefacção é prejudicial para o conteúdo do clovamida (antioxidante) de cacau, não há nenhuma correlação entre a concentração do presente composto e as propriedades antioxidantes gerais das amostras de cacau, sugerindo que o clovamida é importante, mas não crítica para a atividade antioxidante de cacau (Arlorio et al., 2008).*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arlorio, M., Locatelli, M., Travaglia, F., Coisson, J. D., Grosso, E. Del, Minassi, A., ... Martelli, A. (2008). Roasting impact on the contents of clovamide (N-caffeoyl-L-DOPA) and the antioxidant activity of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry*, 106(3), 967–975. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.009>
- Bravo, J., Monente, C., Juárez, I., De Peña, M. P., & Cid, C. (2013). Influence of extraction process on antioxidant capacity of spent coffee. *Food Research International*, 50(2), 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.026>

- Castro, A. C. C. M., Oda, F. B., Almeida-Cincotto, M. G. J., Davanço, M. G., Chiari-Andréo, B. G., Cicarelli, R. M. B., ... Santos, A. G. (2018). Green coffee seed residue: A sustainable source of antioxidant compounds. *Food Chemistry*, 246(November 2017), 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.153>
- Kim, J.-H., Ahn, D., Eun, J., & Moon, S. (2016). Antioxidant Effect of Extracts from the Coffee Residue in Raw and Cooked Meat. *Antioxidants*, 5(3), 21. <https://doi.org/10.3390/antiox5030021>
- Ramalakshmi, K., Rao, L. J. M., Takano-Ishikawa, Y., & Goto, M. (2009). Bioactivities of low-grade green coffee and spent coffee in different in vitro model systems. *Food Chemistry*, 115(1), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.063>
- Yen, W. J., Wang, B. Sen, Chang, L. W., & Duh, P. Der. (2005). Antioxidant Properties of Roasted Coffee Residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2658–2663. <https://doi.org/10.1021/jf0402429>

**Tratamiento de las aguas mieles del café utilizando ozono para evaluar la calidad del agua a las vertientes**

*Treatment of coffee honeys using ozone to evaluate the quality of the water in the slopes*

*Tratamento de méis de café usando ozônio para avaliar a qualidade da água nas encostas*

**Jhon Jairo Cardona Londoño**

Centro Agroindustrial, Regional, Quindío. Servicio Nacional de Aprendizaje,  
Armenia- Quindío.  
jjcardona@sena.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Ozono, aguas mieles, tratamiento, congreso, química, aplicada.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación es sobre el tratamiento de las aguas mieles del café utilizando ozono para evaluar la calidad del agua a las vertientes. Mediante la tecnología de la aplicación de ozono, se trataron las aguas mieles del café, estas aguas residuales son generadas en el lavado del café, cuando al fruto se le retira el mucílago por fermentación natural, dando como resultado un alto consumo de agua asociado con una alta carga contaminante, medidas en términos de DQO y DBO, con tasas de remoción en más de un 96%.

Por lo anterior, esta investigación permite tratar las aguas mieles del café con ozono para evaluar la calidad de sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos además de contribuir al manejo integrado del recurso hídrico en el proceso de beneficio húmedo del café, mediante la a valoración del recurso hídrico.

Se encontró con este trabajo de investigación aportar una solución al problema de contaminación y al alto consumo de agua, utilizando un equipo de generación de ozono de 6,00 gr/hr, usando los tanques de fermentación y con el propósito de evaluar la calidad del agua a la entrada y a la salida de los sistemas de tratamiento y determinar sus posibles usos, se utilizó el modelo del Índice de Calidad del Agua (ICA), propuesto por la Fundación de Saneamiento de los Estados Unidos (NSF). Lo cual permite concluir que hay una disminución de la inversión en los sistemas de tratamiento, el no uso de lagunas de oxidación, ahorro del agua y calidad en el secado sin maltratar la almendra, disminución de la carga contaminante y eliminación de agentes patógenos, disminución de los tiempos de fermentación, efecto sobre la tasa retributiva, eliminación de insectos o estados inmaduros como la broca y reducir el impacto en los ecosistemas acuáticos.

### **ABSTRACT**

*The present research document is about the treatment of the honey waters of coffee using ozone to evaluate the water quality of the springs. Through ozone application technology the honey waters of the coffee were treated, this wastewater is generated in the coffee washing, when the fruit is removed the mucilage by natural fermentation, resulting in a high water consumption associated*

*with a high pollutant load measured in terms of COD and BOD with removal rates of more than 96%.*

*Because of the above, this research allows us to treat the honey waters of coffee with ozone to evaluate the quality of its physical-chemical and bacteriological parameters besides contributing to the integrated management of the water resource in the process of wet coffee benefit through the assessment of water resources.*

*It was found this research work to provide a solution to the problem of pollution and high water consumption using an ozone generation equipment of 6.00 gr / hr, using the fermentation tanks and with the purpose of evaluating the water quality at the entrance and exit of the treatment systems and to determine its possible uses, the model of the Water Quality Index (ICA), proposed by the United States Sanitation Foundation (NSF), was used.*

*This allows us to conclude that there is a decrease in investment in treatment systems, the non-use of oxidation lagoons, water saving and quality in drying without mistreating the almond, decrease in contaminant load and elimination of pathogens, decrease in fermentation times, effect on the remuneration rate, elimination of insects or immature states such as the drill and reduce the impact on aquatic ecosystems.*

## **RESUMO**

*O presente trabalho de pesquisa tem como tema o tratamento das águas-méis do café, utilizando ozônio para avaliar a qualidade da água nas vertentes. Com a tecnologia da aplicação do ozônio, foram tratadas as águas-méis de café, essas águas residuais são produzidas no processo de lavagem do café, quando se retira do fruto a mucilagem por*

*fermentação natural, o que gera um alto consumo de água, associado a uma alta carga de poluentes. As mesmas foram medidas através dos termos de DQO e DBO, com taxas de remoção de más de 96%.*

*Mediante os dados apresentados anteriormente, averiguou-se que é possível tratar as águas-méis do café com ozônio para avaliar a qualidade de seus parâmetros físico-químico e bacteriológico. Ademais de contribuir para a administração integrada do recurso hídrico, no processo de benefício úmido do café, segundo a avaliação do recurso hídrico.*

*O objetivo desse trabalho é apresentar uma solução para o problema de poluição e o alto consumo de água. Para tal foram utilizados um equipamento de geração de ozônio de 6,00 gr/hr, tanques de fermentação, com o propósito de avaliar a qualidade da água, na entrada e na saída dos sistemas de tratamento.*

*Além disso, pretendeu-se determinar os possíveis usos das águas, utilizando o modelo do Índice de Qualidade da Água (ICA), proposta pela Fundação de Saneamento de dos Estados Unidos (NSF). O qual permite concluir que há uma diminuição de gastos com os sistemas de tratamento, ou a não utilização de lagunas de oxidação.*

*Desse modo, economiza-se água e se obtém qualidade na secagem do café, sem maltratar o grão, bem como permite-se uma diminuição da carga contaminante e a eliminação de agentes patógenos. Também se reduzem os tempos de fermentação, o que reflete sobre a taxa retributiva. Ocorre ainda, a eliminação de insetos ou estados imaturos como a broca. obretudo promove a redução de impacto nos ecossistemas aquáticos.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., Smeltekop, H., Cuba, N., & Loza-Murguía, M. (2011). Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales del prebeneficiado de café (*Coffea arabica*) implementado en la comunidad Carmen Pampa provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(1), 34-42.
- Mateus, R. Y. Q., Salas, L. A. S., del Pilar Beltrán, M., & Serrano, H. A. V. (2015). Tratamiento anaerobio aguas residuales del beneficio Becolsub del café. *Innovando en la U*, 4(4).
- Morales Buitrago, C., & Mejía González, C. A. (2016). Evaluación del desempeño de un biodigestor para el tratamiento de mieles de café procedentes del becolsub en los tiempos de menor retención, en el municipio del Águila-Valle del Cauca.
- OLIVEROS, C., TIBADUIZA, C., MONTOYA, E., SANZ, J., & RAMIREZ, C. (2015). Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café en proceso con fermentación natural.
- PABÓN U., J.P.; PEÑUELA M., A.E. Aplicación de agua ozonizada y actividad microbiana en el café pergamino húmedo durante el almacenamiento. *Revista Cenicafé* 67 (2): 7-14. 2016.
- Puerta, G. I. (2013). Factores procesos y controles en la fermentación del café. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.
- RAMIREZ, C., OLIVEROS, C., & SANZ, J. (2015). Manejo de lixiviados y aguas de lavado en el proceso de beneficio húmedo del café.

- Rodríguez, N., SANZ, J., OLIVEROS, C., & RAMIREZ, C. (2015). Beneficio del café en Colombia: Prácticas y estrategias para el ahorro uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café.
- Serrano, H. A. V., & Chamorro, H. F. M. (2015). Adaptación del smta al tratamiento de aguas residuales del beneficio ecológico del café con la tecnología Belcosub. *El Centauro*, 6(6).
- Suárez, A. L. A., Mercado, E. R. H., & Serrano, H. A. V. (2015). Tratamiento anaerobio aguas residuales beneficio ecológico del café con tecnología becolsub. *Innovando en la U*, 3(3).
- ZAMBRANO, D., Rodríguez, N., OROZCO, P., & Lopez, U. (2015). Evaluación de un reactor metanogénico tipo filtro anaeróbico de flujo ascendente para tratar aguas mieles del café.
- Tirabanti, J. (2016). Tratamiento de aguas para reducir emisiones. Vargas. M. 2015. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- Véliz Lorenzo, Eliet, Llanes Ocaña, José Guadalupe, Fernández García, Lidia Asela, Bataller Venta, Mayra, Evaluación de la eficiencia de los procesos de coagulación-floculación y ozonización a escala de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales municipales. *Revista CENIC. Ciencias Químicas* [en línea] 2010, 41 (Enero-Abril) [Fecha de consulta: 27 de agosto de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181618068006>> ISSN 1015-8553.

**Uso de la técnica de relajación térmica para la medición de la calor específico en muestras de café orgánico y convencional.**

*Specific heat measurement of organic and conventional coffee samples by thermal relaxation technique.*

*Utilização da técnica de relaxamento térmico para a medição de calor específico em amostras de café convencionais e orgânicas*

**Diego Fernando Valencia  
Fernando Gordillo Delgado  
John Alexander García**

Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecorregión GICADE, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío.

## **PALABRAS CLAVE**

Calor específico, termometría infrarroja, relajación térmica

## **RESUMEN**

El calor específico ( $C_p$ ) expresa la cantidad de calor requerido para aumentar la temperatura en un grado Celsius de una muestra de masa determinada. Dicho parámetro es necesario en la descripción de propiedades térmicas de un material o componente, tal como la adaptación a cambios de temperatura de este, respecto al ambiente y una fuente de calor; su importancia se resalta en la fabricación de pegantes, aislantes térmicos y dispositivos electrónicos. Una metodología para obtener el  $C_p$  consiste en la técnica de

relajación térmica, la cual consiste en calentar periódicamente la muestra usando un láser con longitud de onda de 450 nm y 50mW de potencia que se encuentra adiabáticamente suspendida en el interior de una cámara de vacío, por tanto la transferencia de calor por conducción se puede despreciar, con presión interna de 10-2 Torr, de tal manera se garantiza un calentamiento de la muestra solo por radiación del haz incidente, una ausencia de aire al interior de la cámara garantizó pérdidas de calor no significativas por convección. La temperatura de la muestra es leída usando un termómetro IR referencia

Lutron TM-908 ubicado en la parte inferior del material calentado y se conectó al computador mediante una tarjeta de desarrollo programable. La visualización de la información se logró usando un software especialmente diseñado en LabVIEW. La calibración del sistema se hizo con sustratos de zinc, acero y titanio (99.9% de pureza), los valores de  $C_p$  obtenidos fueron comparados con los reportados en la literatura, encontrando similitud entre ellos. El objetivo principal de esta investigación consistió en utilizar la técnica de relajación térmica para medir el calor específico de muestras de café orgánico y convencional. Los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Varianza (ANOVA) y se confirmó que las diferencias de este parámetro termofísico en las dos muestras son significativas con un nivel de confianza de 95%. Esta tecnología de ciencia avanzada podría ser utilizada en aplicaciones industriales para la distinción de diferentes variedades de café, ya que cada muestra presenta variaciones en sus propiedades térmicas; siendo así un selector de grano de café orgánico y convencional antes de su respectiva molienda y tostión.

## ABSTRACT

*Specific heat ( $C_p$ ) expresses heat amount required for increasing one Celsius degree sample temperature. This parameter is necessary into description of thermal properties from material or component, such as an adaptation to temperature changes respect to environment and an external heat source; its importance is highlighted in adhesives, thermal insulators and electronic devices manufacturing. A methodology to obtain  $C_p$  consists in thermal relaxation technique, which is based in sample heating using a 450 nm and 50mW laser, sample is adiabatically suspended inside a vacuum chamber, then heat transfer by conduction can be neglected. Chamber internal pressure is around 10-2 Torr, so heating of the sample is guaranteed only by the radiation of the incident light; air absence inside the chamber guaranteed non-significant heating losses by convection. Temperature of the sample is reading by a Lutron TM-908 IR thermometer located in lower part of the heated material and connected to computer by a programmable electronic card. Visualization of information was achieved using software designed in LabVIEW. System calibration was succeed by measuring Zinc, Steel and Titanium substrates (99.9% purity);  $C_p$  values obtained were compared with literature values reported finding similarity among them. Principal objective was using thermal relaxation technique to measure  $C_p$  of organic and conventional coffee samples.*

*Data obtained were analyzed using ANOVA and confirmed that differences between those samples of this thermal parameter with a 95% confidence level. This advanced technology could be used in industrial applications to distinguish different varieties of coffee, because each sample presents variations in its thermal properties; thus, an organic and conventional coffee bean selector can be performed.*

## RESUMO

O calor específico ( $C_p$ ) expressa a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura em um grau Celsius de uma dada amostra de massa. Este parâmetro é necessário na descrição das propriedades térmicas de um material ou componente, como a adaptação a mudanças de temperatura a respeito do meio ambiente e de uma fonte de calor; sua importância é destacada na fabricação de adesivos, isolantes térmicos e dispositivos eletrônicos. Uma metodologia para a  $C_p$  é a técnica de relaxamento térmico, que consiste em aquecer a amostra periodicamente usando um laser com comprimento de onda de 450 nm e 50mW de potência é adiabaticamente suspenso no interior de uma câmara de vácuo, assim a transferência de calor por condução é negligenciável, com a pressão interna de  $10^{-2}$  Torr, de modo que o aquecimento da amostra é assegurada apenas pela radiação do feixe incidente; uma ausência de ar dentro da câmara garantiu perdas de calor não significativas devido à convecção. A temperatura da amostra é lida usando um termômetro de referência IR Lutron TM-908 localizado na parte inferior do material aquecido e conectado ao computador através de um cartão de desenvolvimento programável.

A visualização das informações foi obtida usando um software especialmente projetado no LabVIEW. A calibração do sistema foi feita com substratos de zinco, aço e titânio (99,9% de pureza); os valores de  $C_p$  obtidos foram comparados com os relatados na literatura, encontrando similaridade entre eles. O principal objetivo desta pesquisa foi utilizar a técnica de relaxação térmica para medir o calor específico de amostras de café orgânico e convencional. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e confirmou que as diferenças no parâmetro termofísico nas duas amostras são significativo com um nível de confiança de 95%. Esta tecnologia de

*ciência avançada poderia ser utilizada em aplicações industriais para a diferenciação de diferentes variedades de café, uma vez que cada amostra apresenta variações em suas propriedades térmicas; sendo assim um seletor de café orgânico e convencional antes de sua respectiva moagem e torrefação.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- M.T.A. NORA ARLEM LARA BERNAL. (2013). MÉTODO DE CALENTAMIENTO TRANSITORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE SÓLIDOS. Ciencias Marinas. <https://doi.org/Tesis de Ingenieria Civil>
- Marin, E., Delgado-Vasallo, O., & Valiente, H. (2003). A temperature relaxation method for the measurement of the specific heat of solids at room temperature in student laboratories. *American Journal of Physics*, 71(10), 1032–1036. <https://doi.org/10.1119/1.1586261>
- Valiente, H., Delgado-Vasallo, O., Abdelarrague, R., Calderón, A., & Marin, E. (2006). Specific heat measurements by a thermal relaxation method: Influence of convection and conduction. *International Journal of Thermophysics*, 27(6), 1859–1872. <https://doi.org/10.1007/s10765-006-0127-1>
- Kleiven, A., & Skarestad, H. (2014). Specific Heat Capacity of Metals. *Usgs*, (4).
- Luo, S. B., Wang, W. L., Chang, J., Xia, Z. C., & Wei, B. (2017). Specific heat capacity of liquid and solid Ni<sub>83.5</sub>Ti<sub>16.5</sub>eutectic alloy. *Chemical Physics Letters*, 679, 172–175. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2017.04.053>

## **Uso de residuos agroindustriales de café para la obtención de pectina**

*Use of agribusiness residues of coffee for the obtaining of pectin*

*Uso de resíduos de agronegócio de café para obtenção de pectina*

**Juan Siabato  
Luis Guzmán  
Christian Mejía  
Jaquelin Mojica  
Walter Pérez Mora**

Centro de Gestión Industrial, tecnólogo en Química Aplicada a la Industria,  
Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá - Colombia

### **PALABRAS CLAVE**

Pectina, café, hidrólisis, espectrofotometría infrarroja, grado de esterificación.

### **RESUMEN**

El cultivo de café es uno de los más importantes en Colombia debido a las muy reconocidas propiedades de este producto en el mundo, siendo uno de los principales productos de exportación en el país. La pulpa y la cáscara generalmente son desechadas en el proceso agroindustrial, constituyendo aproximadamente un 40% del peso húmedo del fruto. Estos residuos son generalmente subutilizados, y la disposición de estos genera contaminación ambiental.

Con el fin de presentar una propuesta de reducción de residuos generados en la producción del café, a partir del aprovechamiento de componentes presentes en la pulpa y la cáscara, para ser usados como materia prima a nivel industrial. En este estudio se presenta el efecto de diferentes factores físicos (pH, temperatura y tiempo de reflujo) en la extracción de pectinas a partir de la cáscara del café (*Coffea arábica*) desechada en las fincas cafeteras del departamento del Tolima luego del proceso de descerezado, preservadas a  $-80^{\circ}\text{C}$  y triturada para reducir su tamaño de partícula y así facilitar la extracción de pectinas. La extracción se realiza por hidrólisis en medio ácido usando ácido clorhídrico, precipitación por coagulación con alcohol etílico al 96%, filtración y posterior secado a  $40^{\circ}\text{C}$ . Finalmente, se evalúa la calidad de las pectinas obtenidas por espectrofotometría de infrarrojo determinando el grado de esterificación, así como el rendimiento de las extracciones realizadas en diferentes condiciones, obteniendo pectinas de alto metoxilo que varían entre 56 y 75 % de esterificación y rendimientos que no superan el 1% a partir de material húmedo en las condiciones evaluadas. Se encontró una relación inversa temperatura-grado de esterificación, y una relación directa tiempo-rendimiento de acuerdo a un análisis de componentes principales y a gráficos de superficie de los cuales es posible inducir las mejores condiciones de extracción. El proceso se presenta como una posibilidad para el reuso de estos residuos, generando valor agregado al proceso agroindustrial del café y una posibilidad para la minimización de los desechos.

## ABSTRACT

*The crop of coffee is one of the most important in Colombia due to the well-known properties of this product in the world, being one of the main export products in the country. The pulp and the husk are generally discarded in the agro-industrial process, constituting approximately 40% of the wet weight of the fruit. These wastes are generally underutilized, and the disposal of these generates environmental pollution.*

*In order to present a proposal to reduce waste generated in coffee production, from the use of components present in the pulp and husk, to be used as raw material at industrial level, this study presents the effect of different physical factors (pH, temperature and time of reflux)*

*in the extraction of pectins from the coffee husk (Coffea Arabica) discarded in the coffee farms of the department of Tolima after the industrial process, preserved at  $-80^{\circ}\text{C}$  and crushed to reduce its particle size and thus facilitate the extraction of pectins. The extraction is carried out by hydrolysis in an acid medium using hydrochloric acid, precipitation by coagulation with 96% ethyl alcohol, filtration and subsequent drying at  $40^{\circ}\text{C}$ . Finally, the quality of the pectins obtained by infrared spectrophotometry is evaluated by determining the degree of esterification, as well as by the performance of the extractions carried out in different conditions, obtaining high methoxyl pectins that vary between 56 and 75% of esterification and yields that do not exceed 1% from wet material under the conditions evaluated. An inverse relationship temperature-grade of esterification was found, and a direct relationship time-performance according to an analysis of principal components and surface graphs from which it is possible to induce the best extraction conditions. The process is presented as a possibility for the reuse of these wastes, generating added value to the agroindustrial coffee process and a possibility for the minimization of waste.*

## RESUMO

O cultivo de café é um dos mais importantes da Colômbia devido às conhecidas propriedades deste produto no mundo, sendo um dos principais produtos de exportação do país. A polpa e a casca geralmente são descartadas no processo agroindustrial, constituindo aproximadamente 40% do peso úmido da fruta. Esses resíduos são geralmente subutilizados, e o descarte destes gera poluição ambiental. A fim de enviar uma proposta para a redução de resíduos gerada na produção de café, a partir de componentes usar presente na polpa e da casca, para ser usada como matéria-prima a um nível industrial, neste estudo o efeito de diferentes presentes factores físicos (pH, temperatura e tempo de refluxo) na extracção de pectinas de café husks propriedades de café *Coffea arabica* descartados no Tolima depois processo descerezado, preservada a  $-80^{\circ}\text{C}$  e moagem para reduzir seu tamanho de partícula e assim facilitar a extração de pectinas. A extração é realizada por hidrólise em meio ácido usando ácido clorídrico, precipitação por coagulação com álcool etílico a 96%, filtração e subsequente secagem a  $40^{\circ}\text{C}$ . qualidade das pectinas obtidas por espectrofotometria de infravermelhos a determinação do grau de esterificação é finalmente avaliada, bem como extracções de desempenho realizada em condições diferentes, obtendo-se pectinas alto grau de metoxilação que variam entre 56 e 75% de esterificação e não produz exceder 1% do material húmido nas condições avaliadas. uma temperatura de esterificação inversa graus, e uma relação directa de rendimento-tempo de acordo com uma superfície análise do componente principal e os gráficos que podem induzir a melhor relação condições de extracção foi encontrado. O processo é apresentado como uma possibilidade para o reaproveitamento desses resíduos, gerando valor agregado ao processo de café agroindustrial e a possibilidade de minimização de resíduos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Echeverría, M.C. y Nuti, M. 2017. Valorisation of the Residues of Coffee Agro-industry: Perspectives and Limitations. *The Open Waste Management Journal*, 10, 13-22.
- Oliveira, T.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Pereira, P.H.F., Moates, G.K., Wellner, N., Mazzetto, S.E., Waldron, K.W. Henriette M. C. Azeredo, Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology, *Food Chemistry* (2016), 198, 113-118 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.080>.
- Oliveira, A. Daniele de Almeida Paula, Eduardo Basílio de Oliveira, Sérgio Henriques Saraiva, Paulo César Stringheta, Afonso Mota Ramos, 2018. Optimization of pectin extraction from Ubá mango peel through surface response methodology, *International Journal of Biological Macromolecules*, 113, 395-402.
- Padmapriya, R. Tharian, J.A. y Thirunalasundari, T. 2013. Coffee waste management-An overview. *International Journal of Current Science*, 9: E 83-91.

# 10. Química de alimentos

**Caracterización fisicoquímica de harina de fríjol caupi (*vigna unguiculata* L. Walp) en la elaboración de tortas magdalenas**

*Physicochemical characterization of bean flour caupi (*vigna unguiculata* L. Walp) in the elaboration of magdalene cakes*

*Caracterização físico-química da farinha de feijão caupi (*vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de bolos tipo magdalena*

**Lilia Margarita Almanza Mercado  
Teresa De Jesús Altamar Pérez  
Dan Daniel Martínez  
Armando Mejía**

Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA). Servicio Nacional de Aprendizaje, Calle 9 N° 19 – 120, Sabanalarga, Atlántico, Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Caupi, tortas, celíaca, alternativa alimentaria, análisis fisicoquímico

## **RESUMEN**

El Caupi posee importante característica por su aporte nutricional especialmente para consumo humano. Además, es considerada una alternativa en la ingesta de alimentos para celíacos, lo que ha incentivado estudios a base de este grano. El objetivo de esta investigación es estudiar las propiedades fisicoquímicas en la utilización de harina de fríjol Caupi para la elaboración de tortas tipo magdalenas. El análisis fisicoquímico se realizó empleando las técnicas desarrolladas por la NTC, se determinó la humedad

(NTC 529), ceniza (NTC 267), lípidos (NTC 668), proteína (NTC 267), fibra cruda (NTC 668), los carbohidratos (por diferencia de componentes). Todas las determinaciones se hicieron por triplicado. En la elaboración de tortas magdalenas se utilizaron formulaciones al 100%, 70%, 50% y 40% para trigo y 30%, 50% y 60% para Caupi, siendo 100% el control. Se han obtenido resultados con formulaciones 30% y 50% de Caupi; encontrándose que la HC (harina de Caupi) ha presentado resultados positivos a la obtención de tortas de menor ( $p < 0,05$ ) volumen debido a la ausencia de gluten, color más oscuro ( $p < 0,05$ ), textura más firme ( $p < 0,05$ ). Los productos fueron caracterizados físicoquímica y sensorialmente. Como resultado se encontraron valores para la proteína 20,1, lípidos 3,14, cenizas 3,70, humedad 12,60 fibra cruda 4,09, y a través de un panel sensorial con catadores no entrenados se realizaron degustaciones que arrojaron los siguientes resultados: “no presentan diferencia significativa en comparación a tortas elaboradas con HT”, portanto, los resultados obtenidos demuestran que la harina de Caupi, independientemente de la variedad, puede ser utilizada en la producción de tortas tipo magdalena, además, si se consume frecuentemente ayuda a mejorar la deficiencia en nutrientes y aportan elementos importantes en el manejo de la seguridad alimentaria.

Igualmente, este estudio permitió generar, no solo un producto innovador, sino una alternativa alimentaria con propiedades nutraceuticas (según referencias bibliográficas) y de alto valor proteico de origen vegetal suministradas por la harina de frijol caupí (*Vigna Unguiculata* L.) favorables para la salud humana.

## ABSTRACT

The Caupi possesses importantly characteristic for his nutritional contribution specially for human consumption. In addition, it is considered to be an alternative in the food ingestion for celiac, which has stimulated studies based on this grain. The aim of this investigation is the physicochemical properties study in the utilization of flour of bean Caupi for the production of cakes type sponge-cakes. The physicochemical analysis was realized using the technologies developed by the NTC, one determined the dampness (NTC 529), ash (NTC 267), lipids (NTC 668), protein (NTC 267), raw fiber (NTC 668), the carbohydrates (for difference of components). All the determinations were done by triplicate. In the production of cakes sponge-cakes were in use formulations to 100 %, 70 %, 50 % and 40 % For wheat and 30 %, 50 %, 60 % for Caupi, being 100 % the control. There have obtained results with formulations 30 % and 50 % of Caupi; being that The HC (flour of Caupi) has presented positive results to the minor's obtaining cake ( $p < 0,05$ ) volume due to the absence of gluten, darker color ( $p < 0,05$ ), firmer texture ( $p < 0,05$ ). The products were characterized physicochemical and sensorially. Since result values were for the protein 20,1, Lipids 3,14, ashes 3,70, dampness 12,60, raw fiber 4,09, and across a sensory panel with not trained tasters there were realized degustation that threw the following results: they do not present significant difference in comparison to cakes elaborated with HT, Therefore, the obtained results demonstrate that the flour of Caupi. Independently of the variety, type can be used in the production of cakes sponge-cake, in addition, if it is consumed frequently helps to improve the deficiency in nutrients and they contribute important elements in the managing of the food safety.

Equally, this study allowed to generate not only an innovative product but a food alternative with properties nutraceuticas (according to bibliographical references) and of high multifaceted value of vegetable origin supplied by the flour of bean caupí (*Vigna Unguiculata* L.) favorable for the human health.

## RESUMO

O Caupi tem características importantes por sua contribuição nutricional especialmente para o consumo humano. Além disso, é considerada uma alternativa no consumo alimentar para celíacos, o que estimulou estudos baseados nesse grão. O objetivo desta pesquisa é estudar as propriedades físico-químicas no uso da farinha de feijão Caupi para a produção de bolos. A análise físico-química foi realizada utilizando as normas técnicas Colombianas NTC, umidade (NTC 529), cinza (NTC 267), lipídios (NTC 668), proteína (NTC 267), fibra bruta (NTC 668), carboidratos (por diferença de componente). Todas as determinações foram feitas em triplicado. Na preparação de bolos foram utilizadas formulações 100%, 70%, 50% e 40% de trigo e 30%, 50%, 60% Caupí sendo um controlo de 100% com farinha de trigo. Os resultados foram obtidos com formulações de 30% e 50% de Caupi; constatando-se que a FC (Farinha Caupí) apresentada possibilita a obtenção de bolos de volume menor ( $p < 0,05$ ) devido à ausência de glúten, cor mais escura ( $p < 0,05$ ), textura mais firme (resultados  $p < 0,05$ ). Os produtos foram caracterizados físicoquímica e sensorialmente.

Como um resultado, os valores para proteína foram de 20.1, Lipídios 3.14, Cinza 3.70, humidade 12.60, a fibra bruta foi 4,09, e através de um painel sensorial com provadores não treinados,

foram realizadas degustações que produziram os seguintes resultados: não apresentam diferença significativa em relação aos bolos feitos com FT, por conseguinte, os resultados obtidos mostram que a farinha de Caupi independentemente da variedade, pode ser usado na produção de bolos, além disso seu consumo ajuda com frequência melhorar deficiência de nutrientes e fornecer elementos importantes na gestão da segurança alimentar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Murillo Arango, W. caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí (*vigna unguiculata* l.) cultivado en el departamento del Tolima.

Rincón, Alicia M, Vásquez, A, Padilla, Marina, & C, Fanny. (2005). composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cascara de naranja (*citrus sinensis*), mandarina (*citrus reticulata*) y toronja (*citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 55(3), 305-310. Recuperado en 06 de julio de 2018, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222005000300013&lng=es&tIng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000300013&lng=es&tIng=es)

Vargas a., y., & Villamil l., o., & Murillo p., e., & murillo a., w., & solanilla d., j. (2012). caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí *vigna unguiculata* l. cultivado en colombia. *vitae*, 19 (1), s320-s321.

Ramírez, A, & Pacheco de D, Emperatriz. (2009). Functional properties of starches with high dietetic fiber content obtained from pineapple, guava and soursop. *Interciencia*, 34(4), 293-298. Recuperado en 06 de julio de 2018, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442009000400014&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442009000400014&lng=es&tlng=en)

Escobar, B, Estévez, A, Fuentes, C, & Venegas, D. (2009). Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(2), 191-198. Recuperado en 06 de julio de 2018, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222009000200012&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000200012&lng=es&tlng=pt).

**Cuantificación de polifenoles totales presentes en berries  
cultivadas en el departamento de Boyacá.**

**Quantification of total polyphenols present in berries grown in the  
Boyacá district.**

**Quantificação de polifenóis totais presentes em bagas cultivadas  
no departamento de Boyacá.**

**Oscar Julio Medina Vargas**

**Rodrigo Francisco Ayala Camargo**

**Juan Alejandro Rubio Rodríguez**

Grupo de Investigación en Química y Tecnología de Alimentos, Universidad  
Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja - Colombia

**Brigitte Liliana Moreno Medina**

Grupo de Investigación de ecofisiología vegetal, Universidad pedagógica y  
Tecnológica de Colombia, Tunja - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Polifenoles, AGE, frutos rojos, Folin-Ciocalteu, extracción asistida  
por microondas

## RESUMEN

A nivel mundial el estudio de la diabetes o hiperglicemia, viene despertando creciente interés dentro de la comunidad científica. La enfermedad se genera por alta concentración de azúcares en el cuerpo; parte de estos azúcares son reductores; los cuales reaccionan con proteínas (Reacción de Maillard) generando productos de glicación avanzada (AGE). Los AGE, están directamente relacionados con la formación de enfermedades cardiovasculares, cataratas, envejecimiento prematuro, nefropatías, estrés oxidativo, entre otros. De acuerdo con diversos estudios, los compuestos fenólicos presentan propiedades contra los AGE, específicamente aquellos de carácter flavonoide, haciendo necesario que se incluyan en la dieta a través de la ingesta de frutas y hortalizas. En el departamento de Boyacá el crecimiento anual en área sembrada de berries o frutos rojos, ha incrementado desde 2013 a la fecha y, la provincia de alto Ricaurte se proyecta como una zona con potencial para la producción de estos cultivos.

Por tal razón el presente estudio pretende caracterizar los frutos de agraz (*Vaccinium meridionale*), fresa (*Fragaria vesca*) y mora (*Rubus* sp) teniendo en cuenta que los reportes en diversas investigaciones, evidencian la presencia de polifenoles en este tipo de frutos. Por lo anterior, el objetivo de la investigación es la cuantificación de polifenoles totales en las especies ya mencionadas, en dos estados de maduración, a fin de determinar el punto idóneo de cosecha y, por ende, de consumo. Para esto, los frutos colectados de forma aleatoria en 6 fincas productoras, se almacenarán a temperatura de 4 °C, posteriormente, se realizará un proceso de secado en una mufla a 30 °C por un periodo de tiempo de 5 días. Una vez la muestra está seca, se realizará un tamizado a

fin de obtener una muestra homogénea. Se tomarán  $5 \pm 0.1$  mg de la muestra, para realizar la obtención de los polifenoles mediante Extracción Asistida por Microondas (EAM), a una potencia de 300 W. Para la cuantificación se utilizará el método espectrofotométrico utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu. Se espera que los extractos analizados posean un contenido de compuestos polifenólicos significativo, relacionado directamente con el índice de madurez y las características ecológicas de lugar donde se establecen los cultivos, se pretende estandarizar el método de extracción asistida por microondas para estos frutos y determinar el estado en el cual el fruto provee una mayor cantidad de compuestos útiles para la dieta humana y la prevención de enfermedades.

### **ABSTRACT**

*Worldwide, the study of diabetes or hyperglycemia is growing in an outstanding way, within the scientific community. The disease is generated by high concentration of sugars in the body; some of these sugars are reductor ones; those sugars react with proteins (Maillard reaction) generating Advanced Glycation Products (AGE). Those AGE, are directly related to the formation of cardiovascular diseases, cataracts, premature aging, nephropathies, oxidative stress, among others. According to recent reports, the phenolic compounds have properties against age, which must include the diet through the intake of fruits and vegetables. In the Colombian district of Boyacá, the annual growth in the area planted with berries or red fruits has increased since 2013 and the province of Alto Ricaurte is projected as an area with potential for the production of these crops. For this reason, the present study intends to characterize such fruits *Vaccinium meridionale*, strawberry *Fragaria vesca* and mora *Rubus sp.* Taking into account some research*

*papers, the presence of polyphenols in this type of fruit, is expected. Therefore, the objective of this work is the quantification of the total polyphenols in the species, in two stages of maturation, in order to determine the ideal point of harvest and therefore of. For this, the fruits collected randomly in 6 producing farms, at a temperature of 4 ° C was stored, it became a drying process in a muffle at 30 ° C for a period of time of 5 days. Once the sample is dry, a tattoo has been made to obtain a homogeneous sample.  $5 \pm 0.1$  mg of the sample were taken, to obtain the polyphenols by Microwave Assisted Extraction (EAM), with a power of 300 W. For the quantification, the spectrophotometric method will be used using the Folin-Ciocalteu reagent. It is expected that the extracts of the polyphenolic compounds will be extracted from the maturity index and the ecological characteristics of the place where the crops were established, it is intended to standardize the method of microwave assisted extraction for these fruits and to determine The state in which the fruit provides a significant amount of useful compounds for the human diet and the prevention of diseases.*

## **RESUMO**

*Em todo o mundo, o estudo da diabetes ou hiperglicemia tem atraído um interesse crescente dentro da comunidade científica. A doença é gerada pela alta concentração de açúcares no organismo; Alguns desses açúcares estão reduzindo; que reagem com proteínas (reação de Maillard) gerando produtos de glicação avançada (AGE). Os AGE, estão diretamente relacionados à formação de doenças cardiovasculares, catarata, envelhecimento precoce, nefropatias, estresse oxidativo, entre outros. De acordo com vários estudos, os compostos fenólicos possuem propriedades contra o AGE, especificamente aqueles de caráter flavonóide, sendo necessário incluí-los na dieta através da*

*ingestão de frutas e vegetais. No departamento de crescimento anual Boyaca da área plantada com frutas ou frutos, que tem aumentado desde 2013 a data e alta província Ricaurte é projetada como uma área com potencial para a produção destas culturas. Por esta razão, o presente estudo tem por objetivo caracterizar os frutos do Vaccinium meridionale agraz, Fragaria vesca morangos e amoras Rubus sp considerando em vários relatórios de pesquisa, indicaram a presença de polifenóis neste tipo de fruta. Portanto, o objetivo da pesquisa é a quantificação de polifenóis totais nas espécies já mencionadas, em dois estágios de maturação, a fim de determinar o ponto ideal de colheita e, portanto, de consumo. Para isso, os frutos colhidos das explorações que produzem aleatoriamente em 6, são armazenados a 4 ° C, em seguida, um processo de secagem é conduzido num forno de mufla a 30 ° C durante um período de 5 dias. Uma vez que a amostra esteja seca, uma peneiração será realizada para obter uma amostra homogênea. será levado 5 ± 0,1 mg de amostra para a obtenção de polifenóis por Microondas Extração Assistida (EAM), a uma potência de 300 W. Para o método de quantificação espectrofotométrica é utilizada usando o reagente de Folin-Ciocalteu. Espera-se que os extractos analisados possuem contendo compostos polifenólicos significativas, directamente relacionado com o índice de maturidade e características ecológicas, onde as culturas são estabelecidas, é para padronizar o método de extração de microondas assistida por estes frutos e determinar o estado em que a fruta fornece uma maior quantidade de compostos úteis para a dieta humana e a prevenção de doenças.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agronet (2017) Estadísticas. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.

Magadula, J.J., Mbwambo, Z. H., Gatto, J., Derbré. S., Guilet, D. & Richomme, P. (2014) Polyphenolic Compounds with Anti-Ages Activity from Three Clusiaceae Plants. *European Journal of Medicinal plants*, p.1337-1344. Recuperado en <http://www.sciencedomain.org/review-history.php?iid=608&id=13&aid=5490>

Mahesh, J. K., Arvind, M. K., Sheon, M., Hemangi, S. B., & Ashok, P. G. (2012) Glycated proteome: From reaction to intervention. *Proteomics Clin.* 7, p. 155-170. doi: 10.1002/prca.201200101.

Seeram NP. (2008). Berry Fruits: Compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J Agric Food Chem* 56(3),627–629. <https://doi.org/10.1021/jf071988k>

Singleton, V. L y Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vitic*, 16:144-158.

**Efecto del recubrimiento comestible a base de pectina  
funcionalizado con extractos de plantas en la calidad de fresas**

*Effect of edible active coating based on pectin functionalized with  
extracts of plants on the quality of strawberries*

*Efeito do revestimento ativo comestível baseado em pectina contendo  
extratos de plantas na qualidade de morangos*

**Jonatan Valencia Payan**

**Natalia Charry Vargas**

**Manuel Alejandro Benachi Osorio**

Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Technoacademia, Servicio  
Nacional de Aprendizaje, Neiva – Colombia.

**Faiber Andrey Aroca Bermeo**

Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, instructor Tecnólogo en  
Gestión de mercados, Servicio Nacional de Aprendizaje, Neiva – Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Aceite esencial, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba*, fresa, recubrimiento activo.

## **RESUMEN**

Las fresas son uno de los alimentos más susceptibles a las lesiones físicas y el deterioro por microorganismos. Los recubrimientos comestibles, una capa delgada formada en la superficie de los alimentos para extender su vida útil, representan una de las mejores maneras de preservar las propiedades, funcionalidades y características de los alimentos a bajo costo. Por otro lado, estudios

sobre el uso de recubrimientos comestibles funcionalizados con extracto de plantas son pocos. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar un recubrimiento comestible (RC) formulado con pectina cítrica, extracto acuoso de *Lippia alba* (EALP) y aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (AECC) sobre el proceso de maduración asociado a los parámetros de calidad. Se midieron parámetros como pérdida de peso (PP), sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), pH e índice de madurez (IM), así como el porcentaje de crecimiento fúngico y capacidad antimicrobiana del RC en fresas durante 20 días de almacenamiento a diferentes temperaturas. El recubrimiento fue caracterizado mediante microscopía de barrido electrónico y de fuerza atómica. Se encontró que los días de almacenamiento a 4°C fueron significativos para mantener la calidad de las fresas. Entre los tipos de recubrimiento, se encontró que el uso conjunto de AECC y EALP es significativamente más efectivo para mantener la menor pérdida de peso, menor cambio en pH (4.5) y aumento en los niveles de SST durante el almacenamiento que aquellos sin revestimiento con los extractos de plantas. Por otra parte, se observó crecimiento de hongos después de 7 días en frutas sin ningún tipo de recubrimiento, a los 10 días en las recubiertas solamente con pectina y después de 15 días en los recubrimientos con extractos de plantas. Por lo tanto, preliminarmente se observa que el uso de AECC y EALP en recubrimientos a base de pectina son útiles para extender la vida útil y mantener la calidad de las frutas de fresa.

## ABSTRACT

*Strawberries are one of the most susceptible foods prone to physical injuries and spoilage by microorganisms. Edible coatings, a thin layer formed on the surface of food to extend its shelf life, represent one of the best ways to preserve the properties, functionality and characteristics of food at low cost. On the other side, studies on the use of functionalized edible coatings with plant extracts are still few in number. In this context, the aim of this research was to evaluate an edible coating (RC) formulated with citrus pectin, aqueous extract of *Lippia alba* (EALP) and *Cymbopogon citratus* essential oil of (AECC) on the maturation process associated with quality parameters. Parameters such as weight loss (PP), total soluble solids (SST), titratable acidity (AT), pH and maturity index (IM) were measured, as well as the percentage of fungal decay and antimicrobial capacity of the RC in strawberries during 20 days of storage at different temperatures. The edible coating was characterized by electron scanning and atomic force microscopy. It was found that storage days were significant to maintain the quality of the strawberries. Among the types of coating, it was found that the joint use of AECC and EALP is significantly more effective to maintain the lower weight loss, lower change in pH (4.5) and increase in SST levels during storage than those without coating with the plant extracts. On the other hand, fungal growth was observed after 7 days in fruits without any type of coating, at 10 days in those coated only with pectin and after 15 days in the coatings with plant extracts. Therefore, preliminary results show that the use of AECC and EALP in pectin-based coatings are useful to extend shelf life and maintain the quality of strawberry fruits.*

## RESUMO

Os morangos são um dos alimentos mais suscetíveis a lesões físicas e deterioração por microrganismos. Revestimentos comestíveis, uma fina camada formada na superfície dos alimentos para prolongar sua vida útil, representam uma das melhores maneiras de preservar as propriedades, funcionalidades e características dos alimentos a baixo custo. Por outro lado, estudos sobre o uso de revestimentos comestíveis funcionalizados com extratos vegetais são poucos. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar um revestimento comestível (RC) formulado com pectina cítrica, extrato aquoso de *Lippia alba* (EALP) e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (AECC) no processo de maturação associado a parâmetros de qualidade. Parâmetros como perda de peso (PP), sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), pH e índice de maturação (IM) foram medidos, assim como a porcentagem de podridão fúngica e capacidade antimicrobiana do CR em morangos durante 20 dias de armazenamento a diferentes temperaturas. O revestimento foi caracterizado por varredura eletrônica e microscopia de força atômica. Verificou-se que os dias de armazenamento a 4 ° C foram significativos para manter a qualidade dos morangos. Entre os tipos de revestimento, verificou-se que o uso conjunto de AECC e EALP é significativamente mais eficaz para manter a menor perda de peso, menor alteração no pH (4,5) e aumento nos níveis de SST durante o armazenamento do que aqueles sem revestimento com os extratos vegetais. Por outro lado, o crescimento fúngico foi observado após 7 dias em frutos sem qualquer tipo de revestimento, aos 10 dias naqueles revestidos apenas com pectina e após 15 dias nos revestimentos com extratos vegetais. Portanto, é preliminarmente observado que o uso de AECC e EALP em revestimentos à base de pectina são úteis para prolongar a vida útil e manter a qualidade de frutos de morango.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dhital, R., Mora, N. B., Watson, D., Kohli, P., & Choudhary, R. (2018). Efficacy of limonene nano coatings on post-harvest shelf life of strawberries. *LWT*.
- Espitia, P. J. P., Du, W. X., de Jesús Avena-Bustillos, R., Soares, N. D. F. F., & McHugh, T. H. (2014). Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties-A review. *Food hydrocolloids*, 35, 287-296.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria× ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest biology and Technology*, 33(1), 67-78.
- Prasad, K., Siddiqui, M. W., Sharma, R. R., Gaurav, A. K., Neha, P., & Kumar, N. (2018). Edible Coatings and Their Effect on Postharvest Fruit Quality. In *Innovative Packaging of Fruits and Vegetables: Strategies for Safety and Quality Maintenance* (pp. 161-197). Apple Academic Press.
- Ribeiro, C., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., & Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 44(1), 63-70.

## **Evaluación fisicoquímica de hamburguesa de carnero con cloruro de potasio y fibra de colágeno**

*Physicochemical evaluation of a ram hamburger with potassium chloride and collagen fiber*

*Avaliação físico-química de hamburger de carnero com cloreto de potássio e fibra de colágeno*

### **Yaceris Mercedes Castro Escorcía**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia – ymcastro@misena.edu.co

### **Maria Del Mar Cardozo Ortiz**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia.mdcardo5@misena.edu.co

### **Miller Johanes Claro Vasquez**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia – miller\_claro@misena.edu.co

### **Teresa De Jesus Altamar Perez**

Centro para el Desarrollo agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga, Atlántico – Colombia – teresa.altamar@misena.edu.co

## RESUMEN

Actualmente, América Latina está desarrollando estrategias para reducir el consumo de sodio, mediante acuerdos con la industria, junto con campañas informativas para lograr en la población un consumo de 5g/sodio/día a 2g/sodio/día para el 2020. Según el INVIMA La hamburguesa es un producto elaborado con carne picada, sal, resaltador de sabor y antioxidante. Su contenido de grasa no puede exceder el 20%. Preocupa el contenido graso de la carne picada, que puede rondar entre los 20% a 40%, por esto la OMS, ha recomendado reducir el porcentaje de calorías provenientes de esta clase de nutrientes. Es así como, la reducción de grasas y de sodio son tendencias fuertes en el desarrollo de productos alimenticios procesados. El objetivo principal de la investigación fue valorar el impacto de la reducción de cloruro de sodio y de la inclusión de fibra de colágeno sobre las características fisicoquímicas de una hamburguesa de carnero. La metodología fue de tipo descriptivo y constó de las fases de revisión de análisis requeridos, determinación de formulación, estandarización de formulación y realización de caracterización microbiológica y fisicoquímica. Los resultados fisicoquímicos en una muestra de 100 g fueron: humedad 84%, proteína 13%, carbohidratos 8%, grasa 6%, hierro 2%, almidón 0.2%, proteína no cárnica 0.5%, sodio 3mg, potasio 2 mg y colesterol 0 mg. Los resultados microbiológicos cumplen con la NTC 1325. La principal conclusión del trabajo es que se logró una reducción del contenido de sodio y se manejó un porcentaje aceptable de grasa con los sustitutos utilizados.

## ABSTRACT

*Currently, Latin America is developing strategies to reduce sodium consumption, through agreements with the industry, along with information campaigns to achieve in the population a consumption of 5g / sodium / day to 2g / sodium / day by 2020. According to INVIMA, the hamburger is a product made with minced meat, salt, flavor enhancer and antioxidant. Its fat content cannot exceed 20%. Concerned about the fat content of minced meat, which can range between 20% to 40%, this is the reason because WHO has recommended reducing the percentage of calories from this class of nutrients. Thus, the reduction of fats and sodium are strong trends in the development of processed food products. The main objective of the research was to assess the impact of sodium chloride reduction and the inclusion of collagen fiber on the physicochemical characteristics of a mutton burger. The methodology was of a descriptive type and consisted of the phases of review of required analyzes, determination of formulation, standardization of formulation and performance of microbiological and physicochemical characterization. The physicochemical results in a 100 g sample were: Humidity 84%; 13% protein; Carbohydrates 8%; Fat 6%; Iron 2%; Starch 0.2%; Non-meat protein 0.5%; Sodium 3mg; Potassium 2 mg; Cholesterol 0 mg. The microbiological results comply with the NTC 1325. The main conclusion of the work is that a reduction of the sodium content was achieved and an acceptable percentage of fat was managed with the substitutes used.*

## RESUMO

*Actualmente América Latina está a desenvolver estratégias para reduzir a ingestão de sódio através de acordos com a indústria, juntamente com campanhas de informação para alcançar na população um consumo de 5 gramas sódio por dia a 2 gramas sódio por dia até 2020. De acordo com INVIMA o hambúrguer é um produto feito com carne picada, sal, realçador de sabor e antioxidante. Seu teor de gordura não pode exceder 20%. Em questão com o teor de gordura da carne picada, que pode variar entre 20% a 40%, esta é a razão pela qual OMS (Organização Mundial de Saúde) recomendou a redução do percentual de calorias dessa classe de nutrientes. Portanto a redução de gorduras e sódio são fortes tendências no desenvolvimento de produtos alimentícios processados. O objetivo principal da pesquisa foi avaliar o impacto da redução do cloreto de sódio e a inclusão da fibra de colágeno nas características físico-químicas de um hambúrguer de carneiro. A metodologia foi do tipo descritiva e consistiu nas fases de revisão das análises necessárias, determinação da formulação, padronização da formulação e desempenho da caracterização microbiológica e físico-química. Os resultados físico-químicos em uma amostra de 100 gramas foram umidade 84%; proteína 13%; carboidratos 8%; gordura 6%; ferro 2%; amido 0,2%; proteína não-carne 0,5%; sódio 3 mg; potássio 2 mg e colesterol 0 mg. Os resultados microbiológicos estão de acordo com a NTC 1325. A principal conclusão do trabalho é que uma redução do teor de sódio foi alcançada e um percentual aceitável de gordura foi gerenciado com os substitutos utilizados.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armenteros-Cuesta, M. (2010). Reduccion de sodio en lomo y jamon curados. Efecto sobre la proteolisis y las características sensoriales. Valencia, España: CSIC - Universidad Politecnica de Valencia.

García, O., Ruiz-Ramírez, J., & Acevedo, I. (2012). Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor. *Revista Científica*, 497-506.

ICONTEC. (20 de Agosto de 2008). Norma tecnica colombiana NTC 1325 - Industrias Alimentarias. Productos carnicos procesados no enlatados. Bogota D.C, Colombia.

Ministerio de Salud y Proteccion Social. (28 de Octubre de 2015). Boletin 289 del 2105 - Riesgo de cáncer por consumo de carnes es bajo en Colombia. Recuperado el 14 de Abril de 2017, de Ministerio de Salud y proteccion social: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Riesgo-de-c%C3%A1ncer-por-consumo-de-carnes-es-bajo-en-Colombia.aspx>

Ospino Meneses, S., Restrepo Molina, D., & Lopez Vargas, J. (2010). Caracterizacion mictobiologica y bromatologica de hamburguesas bajas en grasa con adicion de fibra de banano verde integro. Medellin.

**Extracción de antocianinas de la mora de castilla (*rubus glaucus benth*) para la elaboración de pigmentos naturales**

***Anthocyanins extraction from mora de castilla (*rubus glaucus benth*) for the elaboration of natural pigments***

***Extração de anthocyanins de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) para a elaboração de pigmentos naturais***

**Carlos Hernando Niño Riveros  
Dario Alfonso Cuello Mejía**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Aprendiz Tecnólogo en Química Aplicada a la Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha - Colombia

**Juan David Avendaño Paez  
Yicely Katherine Hernández Gómez**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Aprendiz Técnico en Análisis de Muestras Químicas, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha - Colombia

**Laura Valentina Lancheros Cabra**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Aprendiz Tecnoacademia Nodo Cazucá, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha - Colombia

**Fabian Francisco Freyle Corro**

Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial, Instructor SENNOVA – Tecnoacademia Nodo Cazucá, Servicio Nacional de Aprendizaje, Soacha - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Antocianinas, mora de castilla, *Rubus glaucus Benth*, pigmentos naturales.

## RESUMEN

Las antocianinas son un grupo de pigmentos hidrosolubles ampliamente distribuidos en el reino vegetal, cuyo color puede variar del rojo al azul, pasando por una amplia gama de tonalidades. (Casas et al., 2009). Debido a las características estructurales de las antocianinas, su relativa estabilidad en medio acuoso y que según el pH determinan una mayor o menor estabilidad, sensibles también a la temperatura y la exposición a la luz, actualmente, estos compuestos son considerados pigmentos naturales versátiles (Gorriti et al., 2009) con diversas aplicaciones como protección de ADN (Lazze et al., 2003), antioxidante (Camire, 2002) entre otros usos, como es el caso de los recubrimiento en celdas solares y aplicación de gran interés para la industria química (Reyes, 2014). Las fuentes de antocianinas son diversas: moras (*Rubus glaucus*), fresas (*Fragaria ananassa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), zanahoria (*Daucus carota*) frijol (*Phaseolus vulgaris*), arándano (*Vaccinium oxycoccus*) y la cebolla roja (*Allium cepa*), son algunas de ellas.

El presente estudio, tiene como objetivo extraer y caracterizar las antocianinas (pigmento) presentes en la mora de Castilla (*Rubus glaucus*), fruto abundante y económico en Colombia. Para cumplir con dicho objetivo, se propone analizar tres metodologías: 1) extracción asistida por ultrasonido usando como solvente etanol a una temperatura de 20°C durante 20 minutos, 2) extracción Soxhlet con metanol acidificado al 1% como solvente a una temperatura de 57°C durante 10 horas, realizando 3 sifonados y, finalmente, 3) extracción por maceración con etanol como solvente a una temperatura de -4°C durante 24 horas. En todos los casos se usaron 60 g de muestra, se realizó proceso de

lío-filización para el ultrasonido. Entre los resultados, se demostró que la metodología soxhlet presenta los mayores retos para la extracción, produciendo antocianinas degradadas. Así mismo, el método de ultrasonido ofrece antocianinas más oscuras. Por otra parte, la mayor estabilidad de antocianinas extraídas de la mora de Castilla se presenta a un pH de 3.0. Se espera verificar el contenido de antocianinas por el método de diferencial de pH y determinar la presencia de grupo cianidina por medio de HPLC, así como verificar a través de espectroscopía el color de cada extracción. Debe verificarse el contenido de impurezas.

Lo anterior, permite inferir, que en efecto las moras de Castilla son fuente de antocianinas, que pueden ser extraídos a través de distintas metodologías que deben ser controladas en parámetros de temperatura principalmente y, que pueden ser caracterizadas y posiblemente cuantificadas, por cromatografía HPLC, espectroscopía, titulación, pH, entre otras técnicas.

### **ABSTRACT**

*Anthocyanins are a group of water soluble pigments widely distributed in the plant kingdom, whose color can vary from red to blue, through a wide range of shades. (Casas et al., 2009). Due to the structural characteristics of the anthocyanins, their relative stability in aqueous medium and that according to pH determine a greater or lesser stability, sensitive also to temperature and exposure to light, these compounds are currently considered versatile natural pigments (Gorriti et al., 2009) with various applications such as DNA protection (Lazze et al., 2003), antioxidant (Camire, 2002) among other uses, such as solar cell coating, an application of great interest for the chemical industry*

*(Reyes, 2014) The sources of anthocyanins are diverse: blackberries (Rubus glaucus), strawberries (Fragaria ananassa), tomatoes (Solanum lycopersicum), carrots (Daucus carota) beans (Phaseolus vulgaris), cranberry (Vaccinium oxycoccus) and red onions (Allium cepa). They are some of them.*

*The objective of this study is to extract and characterize the anthocyanins (pigment) present in the mora de castilla (Rubus glaucus), an abundant and economic fruit in Colombia. To meet this objective, it is proposed to analyze three methodologies: 1). Ultrasound-assisted extraction using as solvent ethanol at a temperature of 20 °C for 20 minutes, 2), Soxhlet extraction with 1% acidified methanol as solvent, at a temperature of 57 °C for 10 hours, making 3 siphonings and finally, 3) Extraction by maceration with ethanol as solvent at a temperature of -4 °C for 24 hours. In all cases 60 g were used. shows. Lyophilization process was carried out for ultrasound. Among the results, it was demonstrated that the soxhlet methodology presents the greatest challenges for extraction, producing degraded anthocyanins. Likewise, the ultrasound method offers darker anthocyanins. On the other hand, the greater stability of anthocyanins extracted from the blackberries of Castilla is presented at a pH of 3.0. It is expected to verify the content of anthocyanins by the method of differential pH and determine the presence of cyanidin group by means of HPLC, as well as verify through spectroscopy the color of each extraction. The content of impurities must be verified.*

*The above, allows inferring, that indeed the blackberries of Castilla are source of anthocyanins, which can be extracted through different methodologies that must be controlled in the temperature parameters mainly and that can be characterized and possibly accounted for by HPLC chromatography, spectroscopy, titration, pH, among other*

*techniques. The above, allows inferring, that indeed the blackberries of Castilla are source of anthocyanins, which can be extracted through different methodologies that must be controlled in the temperature parameters mainly and that can be characterized and possibly accounted for by HPLC chromatography, spectroscopy, titration, pH, among other techniques.*

## **RESUMO**

*As antocianinas são um grupo de pigmentos solúveis em água grandemente distribuídos no reino vegetal, variando da cor vermelha até o azul através de uma vasta gama de tons. (Casas et al., 2009). Devido às características estruturais das antocianinas, a sua relativa estabilidade no meio aquoso e o pH podem mostrar uma estabilidade maior ou menor, também são sensíveis à temperatura e à exposição da luz, no momento, estes compostos são considerados pigmentos naturais muito versáteis (gorriti et al., 2009), com muitas aplicações, tais como a protecção do ADN (Lazze et al., 2003), antioxidantes (Camire, 2002), entre outros usos, revestimento de células solares, aplicação de grande interesse para o indústria química (Reyes, 2014). As fontes de antocianinas são diversas, por exemplo: amora (*Rubus glaucus*), morango (*Fragaria ananassa*), tomate (*Lycopersicum Solanum*), cenoura (*Daucus carota*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), arando (*Vaccinium oxycoccus*) e cebola vermelha (*Allium cepa*).*

*O presente estudo tem como objetivo extrair e caracterizar antocianinas (pigmento) presentes na amora (*Rubus glaucus*), frutos abundantes e economicos na Colômbia. Para atingir este objetivo, propõe-se analisar três métodos: 1) Extração assistido com ultra-som usando etanol como solvente, a uma temperatura de 20 °C durante*

20 minutos, 2) de extração Soxhlet com metanol acidificado 1% como solvente, a uma temperatura de 57 °C durante 10 horas, realizando tres 3 sifonado, 3) extração por maceração com etanol como solvente a uma temperatura de -4 ° C durante 24 horas. Em todos os casos foram usados 60 g de amostra. O processo de liofilização foi realizado para ultrassonografia. Entre os resultados, foi encontrado que a metodologia soxhlet apresenta os maiores desafios para a extracção, produzindo a degradação das antocianinas. Da mesma forma, o método de ultra-som oferece antocianinas mais escuras. Além disso, o aumento da estabilidade de antocianinas de amoreira Castilla ocorre ao pH 3,0. O teor esperado de antocianinas vai ser verificado pelo método de pH diferencial e a presença do grupo cianidina por HPLC e confirmadas por meio de espectroscopia a cor de cada extração. O teor de impurezas deve ser verificado.

*Isto permite inferir que, de fato, as amoras de Castilla são fonte de antocianinas, que podem ser extraídas por meio de metodologias diferentes nas quais devem ser controlados os parâmetros de temperatura e principalmente pode ser caracterizado e possivelmente estas podem ser cuantificadas por cromatografia líquida ( HPLC) espectroscopia, titulação, pH, entre outras técnicas.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camire, E.M., Chaovanalikit A., Dougherty P.M. y Briggs, J. (2002). Blueberry and Grape Anthocyanins as Breakfast Cereal Colorants. *J. Food Sci.*, 67(1), pp. 438-441.
- Casas-Mateus, J.A., Castillo-Daza, H.J, Noy-Hilarión, J.M., Palomares-Parada, A.N. y Rodríguez-Valbuena, R.L. (2009). Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales: una alternativa fundamentada en experiencias de laboratorio para el aprendizaje del concepto de pH. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 9(2), pp. 302-314.
- Gorriti, A., Quispe, F., Arroyo, J., Córdova, A., Jurado, B., Santiago, S. y Taype E. (2009) Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. "maíz morado". *Ciencia e Investigación*; 12(2), pp. 64-74. ISSN 1561-0861.
- Lazze M, Pizzala R, Savio M, Stivala L, Prosperi E, Bianchi L (2003). Anthocyanins Project against DNA damage induced by tert-butyl-hidroperoxide in rat smooth muscle and hematoma cells. *Mutat Res* 535, pp. 103-115.
- Reyes, J. (2014). Colorantes Orgánicos de Origen Natural utilizados como sensibilizadores de celdas solares. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

**Incidencia de la radiación solar en el desarrollo del fruto del pepino cohombro (*cucumis sativus* L), en el municipio de El Espinal Tolima**

***Incidence of solar radiation in the development of cucumber fruit of coffee (*cucumis sativus* L), in the municipality of El Espinal Tolima***

***Incidência da radiação solar no desenvolvimento de frutos de pepino de café (*cucumis sativus* L), no município Da Tolima Espinal***

**Cindy Carolina Gámez Ávila  
Milton Fredy Alarcón Jiménez  
Sandra Milena Lozano Triana  
Javier Andres Quintero Jaramillo**

Centro Agropecuario La Granja. Servicio Nacional de Aprendizaje.  
Regional Tolima. Espinal

## **PALABRAS CLAVE**

Blanqueamiento, espectrometría, fruto, pepino.

## **RESUMEN**

En el municipio de El Espinal se identificó una problemática para el sistema productivo del pepino cohombro, donde los frutos cosechados tienden a tomar un blanqueamiento que puede abarcar entre el 20% y el 100% de su epidermis, motivo por el cual, son rechazados. En este trabajo se estudió la incidencia de la radiación solar en el desarrollo del fruto del pepino cohombro para lo cual se establecieron 9 camas de 0.8 m ancho por 1.4 m largo, cada una con 333 plantas y tres tratamientos al azar de la siguiente forma: Tratamiento 1: polisombra 65 %, Tratamiento 2:

100% de radiación solar y, Tratamiento 3: polisombra 50%. En cada uno de los tratamientos se realizaron lecturas de reflectancia con un espectroradiómetro en las horas de la mañana y tarde.

Las lecturas tomadas mostraron que entre menor sea el pico registrado para la reflectancia en la banda de color verde, mejor va a ser la absorción de clorofila por la planta. Para el caso, los picos más altos de reflectancia se encuentran en el tratamiento 2 y el menor, en el tratamiento 1, así mismo, esto se corroboró con la cantidad de pepinos cosechados por tratamiento que presentaban blanqueamiento. Este trabajo permitió demostrar que la radiación solar tiene una incidencia directa en la pigmentación del fruto, por lo cual se sugiere que este sistema productivo para la región sea establecido bajo una polisombra y así disminuir la cantidad de frutos con blanqueamiento.

### **ABSTRACT**

*In the El Espinal a problem was identified for the productive system of cucumber cucumber, where harvested fruits tend to take a whitening that can range between 20% and 100% of their epidermis, which is why they are rejected. In this work, the incidence of solar radiation in the development of the cucumber fruit was studied, for which 9 beds of 0.8 m wide by 1.4 m long were established, each with 333 plants and three random treatments in the following way: Treatment 1: 65% polyester shading Treatment 2: 100% solar radiation Treatment 3: 50% polyester shading. In each of the treatments, reflectance readings were made with a spectroradiometer in the morning and afternoon hours. The readings taken showed that the lower the peak recorded for the reflectance in the green band, the better it will be to chlorophyll absorption by the plant. For this case, the highest peaks of reflectance are found in treatment 2 and the minor peaks in treatment 1, and*

*this was corroborated with the quantity of cucumbers harvested by treatment that presented whitening. This work allowed to demonstrate that the solar radiation has a direct incidence in the pigmentation of the fruit, for which it is suggested that this productive system for the region be established under a polisombra and thus decrease the amount of fruits with whitening.*

## **RESUMO**

*No município da Espinal problemático para o sistema de produção de pepino, pepino, em que os frutos colhidos tendem a tomar uma branqueamento pode variar entre 20% e 100% da epiderme, por isso são rejeitados identificados. Neste estudo a incidência da radiação solar foi estudada no desenvolvimento do fruto do pepino pepinos para que 9 camas de 0,8 m de largura foram estabelecidas por 1,4 m de comprimento, cada uma com 333 plantas e três tratamentos, aleatoriamente, como se segue: Tratamento 1: 65% de sombreamento de poliéster Tratamento 2: 100% de radiação solar Tratamento 3: 50% de sombreamento de poliéster. Em cada um dos tratamentos, as leituras de refletância foram feitas com um espectrorradiômetro nas horas da manhã e da tarde.*

*As leituras realizadas mostraram que quanto menor o pico registrado para a refletância na faixa verde, melhor será a absorção da clorofila pela planta. No caso, os maiores picos de refletância estão em tratamento 2 e a parte inferior, no tratamento de um, e isto foi corroborado mesma quantidade de pepinos colhidos por apresentar tratamento de clareamento. Este trabalho permitiu demonstrar que a radiação solar tem incidência direta na pigmentação do fruto, para o qual se sugere que este sistema produtivo para a região seja estabelecido sob uma polisombra e, assim, diminua a quantidade de frutos com o clareamento.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dubián H, Morales Osorio JG, Chavarria Ardila H, Montoya Rios AP, Correa Londoño G, Jaramillo Villegas S del C. Acumulación de Grados-Día en un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en un Modelo de Producción Aeropónico. *Rev Fac Nac Agron* [Internet]. 2012 Jan 1 [cited 2017 Jul 28];65(1):6389–98. Available from: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30765>

García-Cervigón D, José J, Rodríguez G, Del Pilar Gutierrez Puebla M. Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. 2014 [cited 2017 Jul 29]; Available from: [http://eprints.ucm.es/31423/1/TFM\\_Juan\\_Diaz\\_Cervignon.pdf](http://eprints.ucm.es/31423/1/TFM_Juan_Diaz_Cervignon.pdf)

Camacho-Velasco A, Vargas-García CA, Rojas-Morales FA, Castillo-Castelblanco SF, Arguello-Fuentes H. Aplicaciones y retos del sensado remoto hiperespectral en la geología colombiana . Vol. 24, Facultad de Ingeniería . scieloco ; 2015. p. 17–29.

Carter GA. Primary and Secondary Effects of Water Content on the Spectral Reflectance of Leaves. *Am J Bot* [Internet]. 1991 Jul [cited 2017 Jul 29];78(7):916. Available from: <http://links.jstor.org/sici?sici=0002-9122%28199107%2978%3A7%3C916%3APASEOW%3E2.0.CO%3B2-Y&origin=crossref>

Jordi Vivancos Martí ALMGDV. Estudio de la vegetación y Teledetección. 2005 [cited 2017 Jul 29]; Available from: [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad2/td\\_ndvi.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad2/td_ndvi.htm)

## **Obtención de aceite a partir de semillas de guanábana (annona muricata)**

*Obtaining oil from seeds soursop (annona muricata)*

*Obtenção de óleo de sementes de guanabana (annona muricata)*

**Karen Tovar  
Oscar Collazos  
Catalina Carreño  
Ligia Medina  
Brigitte Ciprián  
Walter Pérez Mora**

Centro de Gestión Industrial, tecnólogo en química aplicada a la industria,  
Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá - Colombia

### **PALABRAS CLAVE**

Extracción Soxhlet, guanábana, espectro infrarrojo

### **RESUMEN**

La guanábana (*Annona muricata*) es un fruto popular, sobre todo en las zonas tropicales del planeta. Esta fruta tiene propiedades nutricionales benéficas para el consumo humano, pero esto genera desechos como la cáscara y las semillas. Como propuesta para el uso de los desechos, en este trabajo se propone utilizar las semillas de guanábana, que corresponde a un 20 – 25 % en peso de la fruta, como materia prima para la obtención de aceite.

Las semillas se obtuvieron de negocios locales dedicados a la comercialización de jugos frescos en la ciudad de Bogotá. Las semillas fueron sometidas a un procedimiento de secado en un horno de convección forzada a 60 °C durante 24 horas. Las semillas fueron trituradas hasta obtener un polvo fino en un triturador de alimentos. Las semillas trituradas se someten a extracción en un montaje tipo Soxhlet durante 4 horas, usando éter etílico como solvente de extracción. Finalmente, el solvente es eliminado por destilación simple, y se obtiene el aceite.

El porcentaje de rendimiento en la extracción fue de  $22.8\% \pm 3.0\%$ . El aceite obtenido se caracterizó haciendo mediciones de densidad por el método gravimétrico ( $0.8966 \text{ g/mL} \pm 0.0011 \text{ g/mL}$ ), índice de refracción por refractometría (1.4664), índice de acidez por volumetría, organolépticamente por inspección (color dorado traslucido, sin olor particular y viscoso). Para obtener una aproximación a la composición del aceite se hizo uso de la espectrofotometría infrarroja, encontrando la presencia de una banda a  $1748 \text{ cm}^{-1}$  característica de los ácidos carboxílicos, y 2 bandas agudas entre  $2950 \text{ cm}^{-1}$  y  $2850 \text{ cm}^{-1}$  características de alcanos y alquenos, lo cual sugiere que la composición del aceite presenta principalmente ácidos carboxílicos insaturados, característicos de este tipo de compuestos. En comparación con los espectros reportados en la base de datos del SDBS (Spectral Data Base <https://sdb.sdb.aist.go.jp>) se encuentra que el espectro obtenido presenta una alta coincidencia respecto a las bandas del espectro con ácidos grasos como el oleico, palmítico y linoleico, ácidos reportados en este tipo de productos. En este trabajo se obtuvo un aceite a partir de semillas de guanábana proponiendo un uso posterior para este desecho, el cual presenta características reportadas para productos similares con amplios usos en la industria alimenticia y farmacéutica.

## ABSTRACT

*Soursop (Annona muricata) is a popular fruit, especially in the tropical areas of the planet. This fruit has very good nutritional properties for human consumption, but this generates waste such as peel and seeds. As a proposal for the use of waste, this paper proposes using soursop seeds, which corresponds to 20 - 25% by weight of the fruit, as raw material for obtaining oil.*

*The seeds were obtained from local businesses dedicated to the commercialization of fresh juices in the city of Bogotá. The seeds were subjected to a drying procedure in a forced convection oven at 60 ° C for 24 hours. The seeds were crushed to a fine powder in a food grinder. The crushed seeds are subjected to extraction in a Soxhlet type assembly for 4 hours, using ethyl ether as extraction solvent. Finally the solvent is removed by simple distillation, and the oil is obtained.*

*The percentage of yield in the extraction was 22.8% ± 3.0%. The oil obtained was characterized by density measurements by the gravimetric method (0.8966 g / mL ± 0.0011 g / mL), refractive index by refractometry (1.4664), volumetric acidity index, organoleptically by inspection (translucent gold color, without particular smell and viscous). To obtain an approximation to the composition of the oil, infrared spectrophotometry was used, finding the presence of a band at 1748 cm<sup>-1</sup> characteristic of carboxylic acids, and 2 acute bands between 2950 cm<sup>-1</sup> and 2850 cm<sup>-1</sup> from alkanes and alkenes, which suggests that the composition of the oil has mainly unsaturated carboxylic acids, characteristic of this type of compounds. Compared with the spectra reported in the SDBS database (Spectral Data Base <https://sdfs.db.aist.go.jp>) it is found that the spectrum obtained has a high coincidence with respect to the bands of the spectrum with fatty acids like the oleic,*

*palmitic and linoleic, acids reported in this type of products. In this work, an oil was obtained from soursop seeds, proposing a later use for this waste, which presents reported characteristics for similar products with wide uses in the food and pharmaceutical industry.*

## **RESUMO**

*A graviola (Annona muricata) é uma fruta popular, especialmente nas áreas tropicais do planeta. Esta fruta tem propriedades nutricionais muito boas para o consumo humano, mas isso gera resíduos como casca e sementes. Como uma proposta para a utilização de resíduos, no presente trabalho, nós propomos usar as sementes de anona, o que corresponde a um 20 a 25% em peso de fruta como um matéria-prima para a produção de óleo.*

*As sementes foram obtidas de empresas locais dedicadas à comercialização de sucos frescos na cidade de Bogotá. As sementes foram submetidas a um procedimento de secagem em estufa de convecção forçada a 60 ° C por 24 horas. As sementes foram esmagadas até um pó fino em um moedor de alimentos. As sementes trituradas são submetidas a extração em conjunto tipo Soxhlet por 4 horas, usando éter etílico como solvente de extração. Finalmente, o solvente é removido por simples destilação e o óleo é obtido.*

*A porcentagem de rendimento na extração foi de 22,8% ± 3,0%. O óleo obtido foi caracterizado por medições de densidade por gravimetria (0,8966 g / mL ± 0,0011 g / ml), índice de refração de refractometria (1,4664), o número de ácido por titulação, organolepticamente por inspeção (dourada translúcido, inodoro particular e viscosa). Para aproximar a composição do óleo foi efectuada por espectrofotometria de infravermelhos, encontrar a presença de uma banda a 1748*

*centímetro-1 característico dos ácidos carboxílicos, e 2 bandas nítidas entre 2950 cm-1 e 2850 cm-1 possui alcanos e alcenos, o que sugere que a composição do óleo tem principalmente ácidos carboxílicos insaturados, característicos deste tipo de compostos. Em comparação com os espectros relatados na SDBS base de dados (Base de Dados espectro de <https://sdb.sdb.aist.go.jp>) é o espectro obtido com uma elevada relação de coincidência do espectro de frequência com ácidos gordos como os ácidos oléico, palmítico e linoleico, relatados neste tipo de produtos. Este trabalho é então obtido um óleo de sementes de guanábana propondo uso futuro para este desperdício, que apresenta características relatadas para produtos similares com amplas aplicações na indústria alimentar e farmacêutica.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad del Valle, Agencia universitaria de periodismo científico. (2003). Aceite de guanábana, con grandes cualidades. Recuperado de <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2003/diciembre/guanabana.html>
- Universidad nacional de Colombia, agencia de noticias UN. (2017). Semillas de la guanábana, con propiedades desinflamantes. Recuperado de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/semillas-de-la-guanabana-con-propiedades-desinflamantes.html>
- Universidad del Valle, revista de ciencias. (2010). Evaluación físico química de la fracción lipídica de las semillas de Guanábana (*Annona Muricata*) y la Chirimoya (*Annona Cherimolia*). Recuperado de [http://praxisfilosofica.univalle.edu.co/index.php/revista\\_de\\_ciencias/article/view/658](http://praxisfilosofica.univalle.edu.co/index.php/revista_de_ciencias/article/view/658)

**Perfil de riesgo de un conservante en néctares, refrescos y bebidas a base de jugo o zumo de frutas distribuidos en Bogotá**

***Risk profile of a preservative in nectars, refreshments and drinks based on juice or fruit juice distributed in Bogotá***

***Perfil de risco de um conservante em néctares, refrescos e bebidas à base de suco ou suco de frutas distribuídos em Bogotá***

**Otálvaro, Angela**

**Castro German**

**Rey Javier**

**Maria Patricia Chaparro González**

Universidad de La Salle, Ingeniería de Alimentos.

Calle 2. No 10-70 Bogotá D.C. Colombia. mchaparro@unisalle.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Benzoatos, sorbatos, bebidas vegetales, perfil de riesgo.

## **RESUMEN**

Los conservantes son sustancias utilizadas para la preservación de los alimentos frente a la acción de los microorganismos, estos pueden actuar como bacteriostáticos o bactericidas. Entre los más usados se encuentran el sorbato de potasio (SP) y el benzoato de sodio (BS). La normativa exige para la industria de néctares, refrescos y bebidas a base de jugo o zumo de fruta, un límite

máximo de 1000mg/kg si es un SP o BS y en mezcla un máximo de 1250mg/kg. La tendencia del mercado mostró un incremento en el consumo percapita de este tipo de bebidas, del 15,7% para el año 2016. Sin embargo, al igual que otros conservantes químicos el SP y el BS pueden causar efectos adversos a la salud de los consumidores, como hipersensibilidad, alergia, asma, hiperactividad, daño neurológico y cáncer. Esta investigación analiza los riesgos que el SP y el BS presentes en bebidas de origen vegetal, pueden representar para los consumidores en la ciudad de Bogotá, a través de un Perfil de Riesgo siguiendo la metodología planteada por el grupo de Evaluación de Riesgos de Inocuidad de Alimentos (ERIA) del Instituto Nacional de Salud (INS) para los peligros químicos y biológicos. Para el desarrollo de la evaluación de la exposición se analizaron productos de pequeñas y medianas empresas. Los resultados parciales de esta investigación arrojan que algunas muestras analizadas presentan concentraciones que no superan el máximo permitido según legislación colombiana, pero no se declaran en las etiquetas como lo demanda la normativa existente. Con los resultados obtenidos hasta el momento que equivalen a un 40% se puede concluir que no existe un riesgo evidente para la población bogotana. Referente al no reporte de los conservantes en la etiqueta se está incurriendo en publicidad engañosa.

## ABSTRACT

*Preservatives are used to avoid food damage by retarding microorganisms growth; they can act as bacteriostats as bactericides. Potassium sorbate (PS) and sodium benzoate (SB) are the most used preservatives; Regulations for nectars, soft drinks, and juice-based drinks or fruit juice industry, established that the maximum limit of PS or SB is 1000 ppm, and 1250 ppm for PS/SB mixtures. In 2016 the consumption of this type of beverage raised up to 15.7%, showing an annually trend to a constant increase. Even though, the use of chemical preservatives has been approved by international regulations, their constant intake has been linked to adverse effects on consumers health, such as hypersensitivity, allergy, asthma, hyperactivity, neurological damage and cancer. This research analyzed the risk of adding PS and SB on based vegetables beverage consumed by people from Bogotá, Colombia. The methodology proposed by the Safety Risk Assessment group of Food (ERIA) of the National Institute of Health (INS) for chemical and biological hazards, was used for this assessment; beverages from small and medium-sized companies were analyzed. Partial results of this research showed that some samples had concentrations below the maximum level allowed by Colombian legislation. Moreover, it has been demonstrated that labels do not declare the amount of preservatives as it is required by Colombian regulations. After 40% of advance of the research, it can be concluded that there is no evidence of risk health for the Bogota population. The non-reporting of preservatives on the label is a type of misleading.*

## RESUMO

Os conservantes são substâncias utilizadas para a conservação de alimentos contra a ação de microrganismos, estes podem atuar como bacteriostáticos ou bactericidas. Entre os mais utilizados estão o sorbato de potássio (SP) e o benzoato de sódio (BS). Os regulamentos exigem um limite máximo de 1000mg / kg para SPT ou BS, e um máximo de 1250mg / kg para os néctares, refrigerantes e bebidas à base de suco ou indústria de sucos de frutas. A tendência do mercado mostrou um aumento no consumo per capita desse tipo de bebida, de 15,7% para o ano de 2016. No entanto, assim como outros conservantes químicos, SP e BS podem causar efeitos adversos na saúde dos consumidores, como hipersensibilidade, alergia, asma, hiperatividade, danos neurológicos e câncer. Esta pesquisa analisa o risco que SP e BS apresentam em bebidas de origem vegetal, podendo representar para os consumidores da cidade de Bogotá, através de um Perfil de Risco seguindo a metodologia proposta pelo grupo de Avaliação de Risco de Segurança Alimentar (ERIA) do Instituto Nacional de Saúde (INS) para riscos químicos e biológicos. Para o desenvolvimento da avaliação da exposição, foram analisados os produtos das pequenas e médias empresas. Os resultados parciais desta investigação mostram que algumas amostras analisadas têm concentrações que não excedem o máximo permitido pela legislação colombiana, mas não são declaradas nos rótulos conforme exigido pelos regulamentos existentes. Com os resultados obtidos até agora equivalentes a 40%, pode-se concluir que não há risco evidente para a população de Bogotá. No que diz respeito à não comunicação de conservantes no rótulo, está a ser cometida publicidade enganosa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fernández P.M. 2015. Aditivos alimentarios: evaluación de riesgos y seguridad alimentaria. Osakidetza(España). Disponible en: [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad\\_alimentaria/eu\\_1247/adjuntos/congresol/aditivosAlimentarios.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/eu_1247/adjuntos/congresol/aditivosAlimentarios.pdf).

Ibáñez F. Torre P. Irigoyen A. Aditivos alimentarios. Universidad Pública de Navarra. España.

Disponible en: [http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_agosto\\_03/Funcionales/aditivos.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/Funcionales/aditivos.pdf).

JECFA (FAO-OMS). 1999. Comisión del codex alimentarius. Roma (Italia). Disponible en: [ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCFAC/CCFAC32/fa99\\_22s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCFAC/CCFAC32/fa99_22s.pdf).

Silva, M. M., & Lidon, F. C. (2016). Food preservatives-An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(6), 366.

VILLADA MORENO, J. J. (2010). CONSERVADORES QUIMICOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Tesis en Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal.

**Transformación tecnológica de la limonaria (*cymbopogon citratus*) para la obtención de bebidas antioxidantes hipocalóricas**

*Technological transformation of lemonaria (*cymbopogon citratus*) for the obtaining of hypocaloric antioxidant beverages*

*Transformação tecnológica da limonaria (*cymbopogon citratus*) para a obtenção de bebidas antioxidantes hipocalóricas*

**Lisbeth Olmos Blanquicett**

Centro para el Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial, Grupo de investigación GIPAMA, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sabanalarga Atlántico-Colombia. – olisbethl@misena.edu.co

## **PALABRAS CLAVE**

Cymbopogon Citratus, hipocalorica, antioxidante, Averrhoa Carambola.

## **RESUMEN**

En este estudio se desarrolla y estandariza cuatro bebidas con extracto de limonaria (*Cymbopogon Citratus*) y pulpa de carambolo (*Averrhoa Carambola*) o pulpa de mango (*Mangifera Tommy atkins*) y stevia como edulcorante.

Este proyecto busca aportar a la seguridad alimentaria y nutricional, fomentando el desarrollo del empresarismo en el Departamento del Atlántico, con el propósito de impulsar el

sector agrícola y agroindustrial de la zona e intenta responder el siguiente interrogante: ¿Pueden utilizarse los componentes (aromas, pigmentos, sabores) de la planta aromática limonaria (*Cymbopogon citratus stapf*) como ingrediente en la producción de bebidas antioxidantes hipocalóricas?

El consumo de bebidas azucaradas se ha incrementado en las últimas dos décadas. Estudios han demostrado que las preferencias de los consumidores de Colombia y América Latina en cuanto a bebidas preparadas, se centran en cuatro atributos básicos que se han convertido en una tendencia; buscan productos que sean saludables, con sabor agradable, que tengan un balance entre sabor y salud y que ofrezcan conveniencia, la cual hace referencia a la disponibilidad de compra, tamaños y presentaciones.

El objetivo principal es obtener bebidas antioxidantes hipocalóricas a partir de la planta aromática limonaria (*Cymbopogon citratus s.*)

La metodología fue descriptiva y diseño experimental 4<sup>3</sup>.

Cada una de las actividades del plan de trabajo fue la siguiente:

1. Búsqueda de referentes bibliográficos relacionados con los productos alimenticios a obtener.
2. Disponer los diagramas de proceso de las bebidas.
3. Estandarización de formulaciones.
4. Elaborar las bebidas alimenticias.
5. Evaluación de bebidas
6. Recogida de datos de ensayos.
7. Divulgación de resultados del proyecto.

La bebida de limonaria con carambolo presentó una actividad antioxidante más representativa de CFT  $2610,6 \pm 211,8$  (mg de ácido gálico/100 ml de muestra) y TEAC  $0,322 \pm 0,010$  (mmol Trolox/100 ml bebida) respecto a la bebida de limonaria con mango.

## **ABSTRACT**

*This study develops and standardizes four drinks with lemongrass extract (*Cymbopogon Citratus*) and carambolo pulp (*Averrhoa Carambola*) or mango pulp (*Mangifera Tommy atkins*) and stevia as a sweetener.*

*This project seeks to contribute to food and nutritional security, promoting the development of entrepreneurship in the Department of the Atlantic, with the purpose of promoting the agricultural and agroindustrial sector in the area and tries to answer the following question: Can components be used (aromas, pigments, flavors) of the lemon aromatic plant (*Cymbopogon citratus stapf*) as an ingredient in the production of hypocaloric antioxidant beverages?*

*The consumption of sugary drinks has increased in the last two decades. Studies have shown that the preferences of consumers in Colombia and Latin America in terms of prepared beverages, focus on four basic attributes that have become a trend; they look for products that are healthy, with a pleasant flavor, that have a balance between flavor and health, and that offer convenience, which refers to the availability of purchase, sizes and presentations.*

*The main objective is to obtain hypocaloric antioxidant drinks from the limonary aromatic plant (*Cymbopogon citratus s.*)*

*The methodology was descriptive and experimental design 4<sup>3</sup>.*

*Each of the activities in the work plan was as follows:*

- 1. Search of bibliographical references related to the food products to be obtained.*
- 2. Provide the process diagrams of the drinks.*
- 3. Standardization of formulations.*
- 4. Make food drinks.*
- 5. Evaluation of drinks.*
- 6. Collection of trial data.*
- 7. Dissemination of project results.*

*The limonaria drink with carambolo presented an antioxidant activity more representative of CFT  $2610.6 \pm 211.8$  (mg of gallic acid / 100 ml of sample) and TEAC  $0.322 \pm 0.010$  (mmol Trolox / 100 ml of drink) with respect to the drink of lemon tree with mango.*

## **RESUMO**

*Este estudo desenvolve e padroniza quatro bebidas com extrato de capim-limão (*Cymbopogon Citratus*) e polpa de carambolo (*Averrhoa Carambola*) ou polpa de manga (*Mangifera Tommy atkins*) e estévia como adoçante. Este projecto visa contribuir para a segurança alimentar e nutricional, promovendo o desenvolvimento do empreendedorismo no Departamento do Atlântico, com o objetivo de promover o setor agropecuário e agroindustrial da área e tenta responder à seguinte pergunta: Os componentes (aromas, pigmentos, sabores) da planta aromática de limão podem ser usados como ingrediente na produção de bebidas antioxidantes hipocalóricas?*

*O consumo de bebidas açucaradas aumentou nas últimas duas décadas. Estudos mostraram que as preferências dos consumidores na Colômbia e na América Latina em termos de bebidas preparadas concentram-se em quatro atributos básicos que foram tornar-se uma tendência; procure produtos saudáveis, com sabor agradável, que têm um equilíbrio entre gosto e saúde, e que oferecem conveniência, que se refere à disponibilidade de compra, tamanhos e apresentações.*

*A metodologia foi descritiva e experimental 4<sup>3</sup>. Cada uma das atividades no plano de trabalho foi a seguinte*

- 1. Busca de referências bibliográficas relacionadas aos produtos alimentícios a serem obtidos.*
- 2. Forneça os diagramas de processo das bebidas.*
- 3. Padronização de formulações.*
- 4. Faça bebidas alimentares.*
- 5. Avaliação de bebidas.*
- 6. Coleta de dados do estudo.*
- 7. Divulgação dos resultados do projeto.*

*A bebida de limonaria com carambolo apresentou atividade antioxidante mais representativa da CFT  $2610,6 \pm 211,8$  (mg de ácido gálico / 100 ml de amostra) e TEAC  $0,322 \pm 0,010$  (Trolox mmol / 100 ml de bebida) em relação à bebida de limoeiro com manga.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bidlack, W. R., Omaye, S. T., Meskin, M. S., & Topham, D. K. (Eds.). (1998). *Phytochemicals: a new paradigm*. CRC Press.

Brito, B., & Rodriguez, M. (2004). Aplicación de tecnologías agroindustriales para el tratamiento del mango con fines de exportación. Recuperado el 18 de 02 de 2014

Calo, J. R., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., & Ricke, S. C. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems—A review. *Food Control*, 54, 111-119.

Cardenas, M. (1989). *Manual de plantas económicas de Bolivia*. Editorial Los Amigos del Libro.

Castillo Ortiz, M. E. (2007). Diseño del proceso de obtención de trozos secos de carambola (averroha carambola l.) tratados osmóticamente (Bachelor's thesis).. Tesis de Grado Ingeniera de Alimentos, 19. Guayaquil, Ecuador.

# 11. Química Industrial

**Diseño de un biocomposite de matriz polimérica empleando  
como refuerzo residuos convencionales**

*Design of a biocomposite of polymeric matrix employing conventional  
waste as a reinforcement*

*Projeto de um biocomposito de matriz polimérica empregando  
resíduos convencionais como reforço*

**Sergio Alejandro Pedraza Pachón  
Juan Pablo Medina  
Lubin Andrés Hernández  
Leidy Camila Sánchez  
Valery Tatiana González Castro  
Valentina Torres  
Nubia Abril**

Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro de Gestión Industrial, Grupo de  
Investigación Neurona, Semillero Terranova, Bogotá D.C. – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Biocomposite, matriz, refuerzo, aprovechamiento, residuos.

## **RESUMEN**

En la actualidad el incremento de conciencia ambiental en la sociedad relacionado con los problemas ocasionados por la mala disposición de los residuos, como lo son la generación de lixiviados y aporte de gases efecto invernadero (CH<sub>4</sub>). A causa de esto se ha despertado el interés para la creación de nuevos compuestos que sean igual de efectivos como los que son utilizados actualmente,

pero que a su vez generan menos impactos negativos al ambiente e impulsen la economía circular, asegurando así la disminución en la cantidad de residuos y el aprovechamiento de estos. Por esta razón se desarrolla un proyecto en tres fases que busca el aprovechamiento de algunos residuos (borra de café y tereftalato de polietileno), para la elaboración de un biocompuesto.

En la primera fase del proyecto de investigación se realizó la identificación de las fuentes de generación de los residuos que se emplearán en el Biocomposite, posteriormente se desarrolló la caracterización de los residuos sólidos generados en el Complejo de Paloquemao del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, mediante la técnica de cuarteos. A partir de ello se pudo cuantificar los residuos donde la composición promedio de generación en materiales plásticos es 38% y orgánico 10%.

Una vez realizada la caracterización se procede al análisis y selección de los materiales, teniendo en cuenta aquellos que puedan aportar un constituyente discontinuo en forma de partículas o fibras y que puedan incidir positivamente en las características físicas y mecánicas del producto final.

En la segunda etapa del proyecto se realizó el acondicionamiento y tratamiento de las características físico-químicas de la borra de café mediante un proceso de mercerización y silanización, para eliminar todos los componentes que no aporten resistencia mecánica y que aportan peso al refuerzo, además para disminuir la característica hidrofílica de la fibra. Se verificó la modificación de la fibra a través de un análisis de ángulo de contacto y por espectrofotometría.

En la última fase del proyecto se procederá a la mezcla de los materiales y obtención del biocomposite. Puntualmente se llevará a cabo la determinación de las cantidades y condiciones óptimas entre el tereftalato de polietileno y la borra de café. Actualmente el proyecto se encuentra en esta fase.

## **ABSTRACT**

*Currently, the increase of environmental awareness in society, related to the problems caused by the poor disposal of waste, such as the generation of leachates and the contribution of greenhouse gases (CH<sub>4</sub>), have aroused the interest for the creation of new compounds that are as effective as those currently used, but that in turn generate less negative impacts on the environment and promote the circular economy, thus ensuring the reduction in the quantity of waste and the use of these. For this reason, a project is developed in three phases that seeks the use of some waste (coffee and polyethylene terephthalate erasure), for the preparation of a biocomposite that reduces the negative impact of traditional fuels and maximizes the use of waste.*

*In the first phase of the research project, the sources of waste generation that were used in the Biocomposite were identified, and was developed the characterization of the solid waste generated in the Paloquemao Complex of the National Learning Service - SENA using the technique of quartering. From this it was possible to quantify the amount of waste identifying in this way that the average generation composition in plastic materials is 38% and in organic materials it is 10%.*

*Once the characterization was performed, the analysis and selection of the materials was carried out, taking into account those materials*

*that could contribute with a discontinuous constituent in the form of particles or fibers and that had a positive effect on the physical and mechanical characteristics of the final product.*

*In the second stage of the project the conditioning and treatment of the physical-chemical characteristics of the coffee eras were carried out through a process of mercerization and silanization, to eliminate all the components that didn't provide mechanical strength but if weight to the reinforcement, in addition to decrease the hydrophilic property of the fiber. The modification of the fiber was verified through a contact angle analysis and by spectrophotometry.*

*In the last phase of the project, the materials will be mixed and the biocomposite will be obtained. Specifically, it will make the determination of the optimum quantities and conditions between polyethylene terephthalate and coffee gum will be carried out. Currently this project is in this phase.*

## **RESUMO**

*Atualmente o crescimento de consciência ambiental na sociedade em relatório com os problemas provocados má pela disposição dos resíduos, como são-o a geração de lixiviados e traz de gases efeito de estufa (CH<sub>4</sub>). Devido a isto desperto o interesse para a criação de novos compostos que são igual de efetivos como os que atualmente são utilizados, mas que por sua vez produzem menos impactos negativos à atmosfera e promovem a economia circular, assegurando assim a diminuição na quantidade de resíduos e a utilização de estes. Por esta razão desenvolve-se um projeto em três fases que procura a utilização de cerca de resíduos (que apaga de café e tereftalato de polietileno), para a elaboração de um biocompuesto.*

*Na primeira fase do projeto de investigação efectuou-se a identificação das fontes de geração dos resíduos que serão empregados no Biocomposite, ele subsequente tem desenvolvido-se a caracterização dos resíduos sólidos produzidos no Complexo de Paloquemao do Serviço Nacional de Aprendizagem - SINAL, pela técnica de cuarteos. A partir de aquilo, pôde-se quantificar os resíduos onde a composição média de geração em matérias plásticas materiais é 38% e orgânico 10%.*

*Uma vez efectuada a caracterização procede-se a análise e a seleção dos materiais, tendo em conta os que podem trazer um componente descontínuo sob a forma de partículas ou fibras e que podem positivamente influenciar as características físicas e mecânicas do produto final.*

*Na segunda etapa do projeto efectuou-se o ordenamento e tratamento das características físico-químicas de ela apaga de café por um processo mercerización e silanización, para eliminar todos os componentes que não trazem resistência mecânica e que trazem pesos ao reforço, para diminuir além disso a característica hidrofílica da fibra. Verificou-se a modificação da fibra através de uma análise de ângulo de contacto e por espectrofotometria.*

*Na última fase do projeto procederá-se à mistura os materiais e a obtenção do biocomposite. Efectuará-se à bem pontualmente a determinação as quantidades e as condições ótimas entre que é tereftalato de polietileno e apaga-o de café. Atualmente este projeto encontra-se nesta fase.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vera, F. L., Cortes, H. A. M., Murcia, C. V., & Galvis, I. C. (2014). Modificación superficial de micro fibras de celulosa obtenidas a partir de bagazo de caña de azúcar usando silanización. *Informador Técnico*,78(2).
- Arcila, Aristizabal, Cadena, Montilla, Montoya, Oliveros y Puerta (2008). Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio húmedo tradicional. Manizales. Centro Nacional de Investigaciones de Café.
- Gómez, J. (2009). Diseño de un material compuesto con fibra natural para sustituir la utilización de la fibra de vidrio. Medellín. Universidad EAFIT
- Rodríguez, L. (2014). Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra del plátano. Manizales. Universidad Nacional de Colombia.
- Romero, Toro, Flores, Cañas, Abdul (2011). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y térmicas de tallos de café y su análisis económico para la producción de pellets como biocombustible sólido. Cali. Universidad del Valle.

**Elaboración de películas a base de quitosano y alcohol polivinílico plastificadas con glicerol y aceite de girasol para aplicación en recubrimientos de alimentos**

*Elaboration of chitosan and polyvinyl alcohol films plasticized with glycerol and sunflower oil for application in food coatings.*

*Elaboração de filmes a partir de álcool de chitossan e poliviny plastificado com glicolol e óleo de girassol para aplicação em revestimentos alimentares*

**Yomaris Del Carmen Hernández Berrío**  
**Yulieth Patricia Ramos Londoño**

Grupo de Investigación en Diseño de Procesos y Aprovechamiento de Biomosas (IDAB), estudiantes de X semestre de Ingeniería Química, Universidad de Cartagena, Cartagena – Colombia.

**Gezira De Ávila Montiel**

Grupo de Investigación en Diseño de Procesos y Aprovechamiento de Biomosas (IDAB), docente investigador-Ingeniera Química, MSc, Universidad de Cartagena, Cartagena – Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Alcohol polivinílico, aceite de girasol, glicerol, propiedades mecánicas, propiedades fisicoquímicas, quitosano.

## RESUMEN

Actualmente, los esfuerzos de las investigaciones apuntan hacia la obtención y modificación de películas biodegradables con la inclusión de compuestos como los plastificantes que buscan mejorar las propiedades mecánicas y fisicoquímicas. Las películas de quitosano/PVA han atraído una atención considerable debido a que son biocompatibles, biodegradables y no tóxicas. El objetivo de esta investigación fue elaborar películas a base de quitosano (Ch) y alcohol polivinílico (PVA) que contienen glicerol y aceite de girasol como agentes plastificantes. Para esto, se prepararon soluciones de Ch/PVA en proporción 1:1 (p/p) y se adicionaron diferentes concentraciones de plastificante (20, 40 y 60%p/p; con respecto al peso del quitosano).

Luego, las soluciones se dejaron secar en cajas de Petri plásticas a temperatura ambiente. Se analizaron las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de las películas, incluyendo contenido de humedad, resistencia a la tracción (TS), elongación en la rotura (%E) y la biodegradabilidad en el suelo. Las películas se caracterizaron mediante espectroscopia infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR), el cual indicó que el aceite de girasol aportó grupos de éster carbonilo C=O a las películas que se muestran en la banda de absorción de  $1700\text{ cm}^{-1}$ , mientras que la presencia de glicerol se observó en los picos de  $860$  y  $995\text{ cm}^{-1}$  que muestran la vibración del enlace C-C. Se midió el espesor de las películas que osciló entre  $0.058$  a  $0.025\text{ mm}$ . La superficie y la topografía de las películas preparadas se investigaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados indicaron que el contenido de humedad en las películas disminuyó con la inclusión del aceite de girasol con respecto a la adición de glicerol, por el carácter hidrofóbico que

presenta este plastificante. En las pruebas mecánicas, se observó que las películas de Ch/PVA con glicerol mostraron un incremento en la elongación y una disminución en el módulo de elasticidad con respecto al aumento en la concentración del plastificante. Las películas con aceite de girasol registraron los mayores valores de resistencia a la tracción y módulo de elasticidad, lo cual indicó que este tipo de película presentan mayor rigidez y no se deforman tan fácilmente, en comparación con las películas plastificadas con glicerol. El grado de biodegradabilidad mostró que las películas presentan mayor pérdida de masa cuando son plastificadas con glicerol en comparación con las que contenían aceite. Con esta investigación se espera obtener una película biodegradable que pueda ser usada como empaque para recubrimiento de alimentos.

### **ABSTRACT**

*Currently, research efforts are aimed at obtaining and modifying biodegradable films with the inclusion of compounds such as plasticizers that seek to improve mechanical and physical-chemical properties. Chitosan/PVA films have attracted considerable attention because they are biocompatible, biodegradable and non-toxic. The aim of this research was to develop films based on chitosan (Ch) and polyvinyl alcohol (PVA) containing glycerol and sunflower oil as plasticizers. For this purpose, Ch/PVA solutions were prepared in a 1:1(w/w) ratio and different concentrations of plasticizer were added (20, 40 and 60% w/w; with respect to the weight of chitosan). Then, the solutions were left to dry in plastic petri dishes at room temperature. The physical-chemical and mechanical properties of the films were analyzed, including moisture content, tensile strength (TS), elongation at break (%E) and soil biodegradability. The films were characterized by*

*Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), which indicated that sunflower oil provided C=O carbonyl ester groups to the films shown in the 1700 cm<sup>-1</sup> absorption band, while the presence of glycerol was observed in the 860 and 995 cm<sup>-1</sup> peaks showing C-C bond vibration. The thickness of the films ranged from 0.058 to 0.025 mm. The surface and topography of the prepared films were investigated by scanning electron microscopy (SEM). The results indicated that the moisture content in the films decreased with the inclusion of sunflower oil with respect to the addition of glycerol, due to the hydrophobic nature of this plasticizer. In mechanical tests, it was observed that Ch/PVA films with glycerol showed an increase in elongation and a decrease in modulus of elasticity with respect to the increase in plasticizer concentration. Films with sunflower oil had the highest tensile strength and modulus of elasticity values, which indicated that this type of film is more rigid and does not deform as easily compared to glycerol-plasticized films. The degree of biodegradability showed that the films show a greater loss of mass when plasticized with glycerol compared to those containing oil. With this research it is hoped to obtain a biodegradable film that can be used as a packaging for food coating.*

## **RESUMO**

*Atualmente, os esforços de pesquisa visam obter e modificar filmes biodegradáveis com a inclusão de compostos como plastificantes que buscam melhorar as propriedades mecânicas e físico-químicas. Os filmes de quitosana/PVA têm atraído muita atenção por serem biocompatíveis, biodegradáveis e não tóxicos. O objetivo desta pesquisa foi produzir filmes à base de quitosana (Ch) e álcool polivinílico (PVA) contendo glicerol e óleo de girassol como agentes plastificantes. Para isso, as soluções de Ch/PVA foram preparadas em uma proporção de*

1:1 (p/p) e diferentes concentrações de plastificante foram adicionadas (20, 40 e 60% p/p, com base no peso da quitosana). Então as soluções foram deixadas para secar em placas de Petri plásticas à temperatura ambiente. As propriedades físico-químicas e mecânicas dos filmes foram analisadas, incluindo teor de umidade, resistência à tração (TS), alongamento na ruptura (% E) e biodegradabilidade no solo. Os filmes foram caracterizados por Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), que indicou que o óleo de girassol contribuiu com grupos carbonil éster  $C=O$  para os filmes mostrados na faixa de absorção de  $1700\text{ cm}^{-1}$ , enquanto a presença de glicerol foi observada nos picos de  $860$  e  $995\text{ cm}^{-1}$  que mostram a vibração da ligação C-C. A espessura dos filmes foi medida, variando de  $0,058$  a  $0,025\text{ mm}$ . A superfície e topografia dos filmes preparados foram investigadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados indicaram que o teor de umidade nos filmes diminuiu com a inclusão do óleo de girassol em relação à adição de glicerol, devido à natureza hidrofóbica desse plastificante. Nos testes mecânicos, observou-se que os filmes de Ch / PVA com glicerol apresentaram aumento no alongamento e diminuição do módulo de elasticidade em relação ao aumento da concentração do plastificante. Os filmes com óleo de girassol registraram os maiores valores de resistência à tração e módulo de elasticidade, o que indicou que este tipo de filme possui maior rigidez e não se deforma tão facilmente em comparação aos filmes plastificados com glicerol. O grau de biodegradabilidade mostrou que os filmes apresentam maior perda de massa quando são plastificados com glicerol comparados com aqueles contendo óleo. Com esta pesquisa espera-se obter um filme biodegradável que possa ser usado como embalagem para revestimento de alimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, W., & Valderrama, N. (2014). Inclusión de compuestos químicos en matrices poliméricas de quitosano y su efecto en las propiedades de película. *VITAE*, 21, p. 49-59.
- Rafique, A., Mahmood, K., Zuber, M., Tabasum S, & Redman S. (2016). Chitosan functionalized poly (vinyl alcohol) for prospects biomedical and industrial applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 87, p. 141–154.
- Santacruz, S., Rivadeneira, C., & Castro, M., (2015). Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. *Food Hydrocolloids* 49, p. 89-94
- Srinivasa, P., Ramesh, M., & Tharanathan, R. (2006). Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability. *Food Hydrocolloids*, 21, p. 1113–1122.
- Valderrama Bohórquez, N., Algecira Enciso, N., & Albaracín Hernández, W. (2016). Efecto del almacenamiento sobre las propiedades físicas de las películas de quitosano con inclusión de aceites esenciales de tomillo y romero. *Matéria*, 21(1), p. 141-156.

**Estudio de la relación del tiempo con las características físicas, morfológicas y topográficas de recubrimientos de vidrios bioactivos obtenidos por evaporación térmica**

***Study of the relationship of time with the physical, morphological and topographic characteristics of bioactive glass coatings obtained by thermal evaporation***

***Estudo da relação do tempo com as características físicas, morfológicas e topográficas de revestimentos de vidro bioativos obtidos por evaporação térmica***

**Jose Miguel Fuertes Muñoz  
Akemy Sharise Jaramillo Loaiza**

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN - Tecnoacademia, Aprendiz en formación, Servicio Nacional de Aprendizaje, Cali - Colombia

**Edinson Berrio Ortiz**

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN - Tecnoacademia, Facilitador Nanotecnología, Servicio Nacional de Aprendizaje, Cali - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Bioglass, 316L, recubrimiento, PVD.

## **RESUMEN**

El bioglass 45s5, fue descubierto por Hench y sus colaboradores, es un material con una estructura cristalina con un alto potencial bioactivo capaz de generar enlaces en el tejido óseo, gracias a su composición química. Al generarse esa interacción con el hueso

permite mejorar los tiempos de recuperación en pacientes con lesiones óseas. Por ende se busca utilizar este material para el recubrimiento de prótesis usadas en artroplastias, disminuyendo el tiempo de recuperación y evitando posibles infecciones postoperatorias. Para demostrar estas propiedades se realizó el recubrimiento de bioglass en acero 316L, para simular la prótesis, utilizando la deposición física de vapor (PVD). Analizando la variación de las características del recubrimiento a diferentes tiempos de proceso, a través de caracterizaciones tribológicas, mecánicas, morfológicas y metalográficas.

### **ABSTRACT**

*The 45s5 bioglass, was discovered by Hench and his collaborators, is a material with a crystalline structure with a high bioactive potential able to generate bonds in the bone tissue, due to its chemical composition. When the interaction with the bone is generated, it improves recovery times in patients with bone lesions. Therefore, it is sought to use this material for the coating of prostheses used in arthroplasties, reducing the recovery time and avoiding postoperative infections. To demonstrate these properties, the bioglass coating was made in 316L steel, to simulate the prosthesis, using physical vapor deposition (PVD). Analyzing the variation of the characteristics of the coating at different process times, through tribological, mechanical and morphological.*

### **RESUMO**

*O biovidro 45s5, descoberto por Hench e seus colaboradores, é um material com estrutura cristalina com alto potencial bioativo capaz de gerar ligações no tecido ósseo, graças à sua composição química. Quando esta interação com o osso é gerada, melhora os tempos*

*de recuperação em pacientes com lesões ósseas. Portanto, busca-se utilizar este material para o revestimento de próteses utilizadas em artroplastias, reduzindo o tempo de recuperação e evitando infecções pós-operatórias. Para demonstrar essas propriedades, o revestimento de biovidro foi confeccionado em aço 316L, para simular a prótese, utilizando a deposição física de vapor (PVD). Analisando a variação das características do revestimento em diferentes tempos de processo, através de caracterizações tribológicas, mecânicas, morfológicas, metalográficas.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Correa, D., Britoa, L., Delgadoa, J., Garcíaa, R., Martínezb, S., Avilab, G., & Jordánc, R. OBTENCIÓN DE UN MATERIAL VÍTREO BIOACTIVO COMO SUSTITUTO DEL TEJIDO ÓSEO.
- Eisenbarth, E. (2007). Biomaterials for tissue engineering. *Advanced Engineering Materials*, 9(12), 1051-1060.
- Jones, J. R., Hench, L. L., (2001), Biomedical materials for new millennium perspective on the future, *Rev. Materials Science and Technology*, (17), pp 891 – 900.
- Vallet-Regí, M. (2001). Ceramics for medical applications. *Journal of the Chemical Society, Dalton Transactions*, (2), 97-108.
- Villanueva Torres, L. Á. (2012). Diseño y construcción de un simulador de desgaste para prótesis de cadera.

## **Evaluación de las propiedades ópticas de recubrimientos de $\text{TiO}_2$ obtenidos por evaporación térmica (ETR)**

*Evaluation of the optical properties of  $\text{TiO}_2$  coatings obtained by thermal evaporation (ETR)*

*Avaliação das propriedades ópticas dos revestimentos de  $\text{TiO}_2$  obtidos pela evaporação térmica (ETR)*

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN - Tecnoacademia,  
Aprendiz en formación, Servicio Nacional de Aprendizaje, Cali - Colombia

Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN - Tecnoacademia,  
Facilitador Nanotecnología, Servicio Nacional de Aprendizaje, Cali - Colombia

### **PALABRAS CLAVE**

Dióxido de titanio, evaporador térmico, recubrimientos.

### **RESUMEN**

El  $\text{TiO}_2$  es un excelente absorbente a los rayos UV por lo que es utilizado a nivel industrial en pinturas, bloqueadores y tratamiento de aguas residuales. Los rayos UV también son absorbidos por la córnea y sin el tipo correcto de protección pueden ocasionar graves trastornos oculares resultando en un posible daño a corto y largo plazo, por este motivo el desarrollo en investigación de recubrimientos de protección óptica por  $\text{TiO}_2$  se ofrece como una

posible solución a este problema. Conforme a esto se obtuvieron películas de TiO<sub>2</sub> por el medio de evaporación térmica, variando el tiempo de deposición y encontrando las propiedades óptimas de las variables de respuesta, para esto se evaluaron propiedades mecánicas y ópticas por medio de diferentes caracterizaciones, determinando así la viabilidad del uso de TiO<sub>2</sub> como barrera de protección contra los rayos ultravioleta.

### **ABSTRACT**

*TiO<sub>2</sub> is an excellent absorber to UV rays, which is why it is used industrially in paints, blockers and wastewater treatment. UV rays are also absorbed by the cornea and without the correct type of protection can cause serious eye disorders resulting in possible short and long term damage, for this reason the development in research of optical protection coatings by TiO<sub>2</sub> is offered as a possible solution to this problem. According to this, TiO<sub>2</sub> films were obtained by means of thermal evaporation, varying the deposition time and finding the optimal properties of the response variables, for these mechanical and optical properties were evaluated by means of different characterizations, thus determining the viability of the use of TiO<sub>2</sub> as a protection barrier against ultraviolet rays.*

### **RESUMO**

*O TiO<sub>2</sub> é um excelente absorvedor de raios UV, razão pela qual é utilizado industrialmente em tintas, bloqueadores e tratamento de efluentes. Os raios UV também são absorvidos pela córnea e, sem o tipo correto de proteção, podem causar sérios distúrbios oculares,*

*resultando em possíveis danos a curto e longo prazos, por isso o desenvolvimento na pesquisa de revestimentos de proteção ótica por TiO<sub>2</sub> é oferecido como possível solução para este problema. De acordo com isso, os filmes de TiO<sub>2</sub> foram obtidos por evaporação térmica, variando o tempo de deposição e encontrando as propriedades ótimas das variáveis de resposta, pois essas propriedades mecânicas e ópticas foram avaliadas por meio de diferentes caracterizações, determinando assim a viabilidade do filme. uso de TiO<sub>2</sub> como barreira de proteção contra os raios ultravioleta.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelomorimitsu, LiliamCristina, Escobar Rincon, Daniel, DelaRoche Yepes, Jhonattan, Restrepo Parra, Elisabeth, Arango Arango, Pedro Jose, Universidad tecnológica de Pereira, producción de películas delgadas de TiO<sub>2</sub> obtenidas por la técnica de arco catodico
- Belarmino Segura Giraldo, Elisabeth Restrepo Parra, A Devia, M Arroyave, Laboratorio de física del plasma Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Escobar Alarcon L, Camps Carvajal E, Falcon B.T, Carapia M.L, Haro Poniatowski E, Camacho Flores M.A, Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa Mexico
- Lidia Elizabeth Verduco Gradejade, Dr Jorgue medina Valtierra, Dr carlos A.soto Becerra, Departamento de ingeniería química y bioquímica Universidad autónoma de estado de Mexico.
- Yeimi Franco, Cesar Ortiz, Jorgue Rodríguez-paez, jorgue bautista ruiz. grupo de ciencias y tecnología de materiales cerámicos, universidad del cauca (Colombia)

**Influencia de los parámetros del proceso de inyección de plásticos y el porcentaje de aditivos sobre la contracción volumétrica de la pieza moldeada**

***Influence of the injection molding plastics parameters and the percentage of additives on the volumetric shrinkage of the molded piece***

***Influência dos parâmetros do processo de injeção plástica e percentagem de aditivos na encolhimento volumétrico da peça moldada***

**Julio Gregorio Blanco Beltrán  
Alexander Guacaneme Leguizamón**

1 Centro Metalmecánico, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA,  
Bogotá D. C. - Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Moldeo por inyección, contracción volumétrica, diseño de experimentos, control de proceso, modelo de regresión

## **RESUMEN**

Sectores productivos como el automotriz, dispositivos médicos, electrónicos y muchos más utilizan el moldeo por inyección para producir la mayor parte de sus componentes plásticos (Chen, Yang, & Huang, 2018). Las características de calidad de estos elementos se logran mediante procesos bien conocidos que permiten hacer la estimación correcta de la contracción asociadas a las propiedades termodinámicas del material (Suárez, Naranjo,

López, & Ortiz, 2015). Dicha contracción volumétrica en el proceso de inyección de plásticos se refiere a la diferencia entre el volumen de la pieza moldeada y el de la cavidad (Pomerleau & Sanschagrín, 2006). Diversos autores como Faroti et al. (Farotti & Natalini, 2018) y Elsheikhi et al. (Elsheikhi & Benyounis, 2016), utilizan metodologías del diseño experimental para evaluar la influencia de los parámetros del proceso sobre la calidad de la pieza moldeada. En esta línea de trabajo, la influencia del porcentaje de aditivos aplicados al material a inyectar tiene relevancia en la calidad de la pieza moldeada, ya que establecer este porcentaje inadecuadamente puede causar aumento en la contracción volumétrica. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la influencia de parámetros del proceso como la presión, velocidad y porcentaje de masterbatch en el proceso de inyección de plásticos sobre la contracción volumétrica de la pieza moldeada mediante un diseño experimental 3k completo bloqueado. Se utilizaron 3 niveles de variación para cada uno de los parámetros mientras que variables como temperatura de máquina y molde, tiempo de ciclo y otros, se mantuvieron constantes durante el desarrollo del experimento. El material estudiado fue polietileno de alta densidad y el masterbatch 34019AZPE. La balanza para medir el peso de las probetas fue marca BAXTRAN BAT® y la máquina inyectora utilizada fue una Wittman Battenfield, la forma de las probetas obtenidas sigue los lineamientos de la norma ASTM D638-14 y los datos se analizaron en el software de análisis estadístico Minitab®.

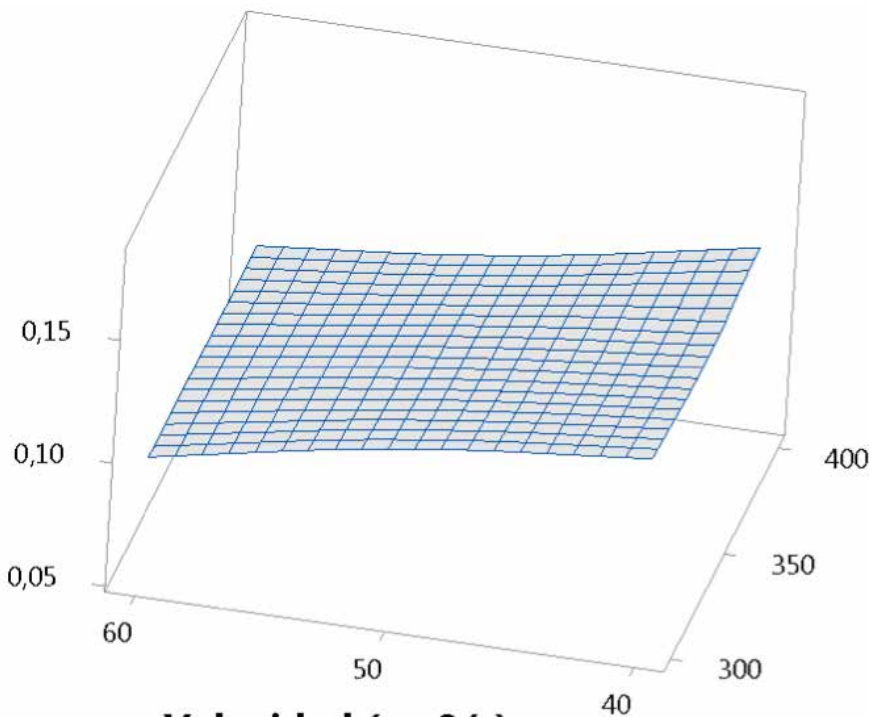
Los resultados mostraron que la velocidad de inyección y el porcentaje de masterbatch tienen efecto significativo sobre la contracción volumétrica. Además, se obtuvo un modelo de regresión para la variable de respuesta, contracción volumétrica, en función de los parámetros de proceso.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la velocidad de inyección y el porcentaje de masterbatch tienen efecto significativo sobre la contracción volumétrica. Además, se obtuvo un modelo de regresión para la variable de respuesta en función de los parámetros de proceso, el cual se muestra en la ecuación 1.

$$(1) \quad \text{Contracción volumétrica} = 0,11288 + 0,01340 * \text{Velocidad\_de\_inyección\_40} + 0,00039 * \text{Velocidad\_de\_inyección\_50} - 0,01379 * \text{Velocidad\_de\_inyección\_60}$$

Con este modelo se generó una gráfica de superficie, la cual aparece en la Figura 1.

**Figura 1. Gráfica de superficie Presión y velocidad de inyección versus contracción volumétrica**



## ABSTRACT

*Automotive, medical devices, electronics and many other sectors use injection moldings to produce most of their plastic components (Chen, Yang, & Huang, 2018). The quality characteristics of these elements are achieved through well-known processes that allow the correct estimation of the contraction associated with the thermodynamic properties of the material (Suárez, Naranjo, López, & Ortiz, 2015). This volumetric contraction in the process of plastic injection refers to the difference between the volume of the molded part and that of the cavity (Pomerleau & Sanschagrín, 2006). Various authors such as Faroti et al. (Farotti & Natalini, 2018) and Elsheikhi et al. (Elsheikhi & Benyounis, 2016), use experimental design methodologies to evaluate the influence of process parameters on the quality of the molded part. In this line of work, the influence of the percentage of additives applied to the material to be injected has relevance in the quality of the molded part, since establishing this percentage inappropriately can cause an increase in volumetric contraction. Therefore, the objective of this work is to determine the influence of process parameters such as pressure, speed and percentage of masterbatch in the plastic injection process on the volumetric shrinkage of the molded part by means of a complete 3k experimental design blocked. Three levels of variation were used for each of the parameters, while variables such as machine and mold temperature, cycle time among others were kept constant during the development of the experiment. The studied material was polyethylene of high density and the masterbatch 34090AZPE. The balance to measure the weight of the samples was BAXTRAN BAT® brand and the injection machine used was a Wittman Batten-field. The shape of the specimens obtained follows the guidelines of the ASTM D638-14 standard. The data was analyzed in the Minitab® statistical analysis software.*

The results showed that the injection speed and the percentage of masterbatch have a significant effect on the volumetric contraction. In addition, a regression model was obtained for the response variable, volumetric contraction, as a function of the process parameters.

The results obtained allow us to conclude that the injection speed and the percentage of masterbatch have a significant effect on the volumetric shrinkage. In addition, a regression model was obtained for the response variable as a function of the process parameters, which is shown in equation 1.

$$\begin{aligned} \text{Volumetric contraction} = & 0,11288 + 0,01340 * \text{Injection\_speed\_40} \\ & + 0,00039 * \text{Injection\_speed\_50} \\ & - 0,01379 * \text{Injection\_speed\_60} \end{aligned} \quad (1)$$

With this model, a surface graph was generated, which appears in Figure 1.

## RESUMO

Setores produtivos, como o automotivo, dispositivos médicos, eletrônicos e muitos outros usam moldagem por injeção para produzir a maioria dos seus componentes de plástico (Chen, Yang, & Huang, 2018). Características de qualidade destes elementos são conseguidas por meio de processos bem conhecidos que permitem a estimativa correta de encolhimento associada com as propriedades termodinâmicas do material (Suárez, Naranjo, López, & Ortiz, 2015). A referida encolhimento volumétrico no processo de injeção de plásticos refere-se à diferença do volume da peça moldada e a da cavidade (Pomerleau & Sanschagrin, 2006). Vários autores, como o Faroti et al. (Farotti & Natalini, 2018) e o Elsheikhi et al. (Elsheikhi & Benyounis, 2016), utilizam metodologias de projeto experimental para

*avaliar a influência dos parâmetros do processo na qualidade da peça moldada. Nesta linha de trabalho, a influência da percentagem de aditivos aplicados ao material a ser injetado é relevante para a qualidade da moldagem, uma vez que se a percentagem for fixada de forma inadequada pode-se causar um aumento da encolhimento volumétrico.*

*Por conseguinte, o intuito do presente estudo foi determinar a influência dos parâmetros do processo tais como a pressão, a velocidade e a percentagem de mistura base no processo de injeção de plástico sobre o encolhimento volumétrico da peça moldada utilizando-se uma metodologia experimental 3k bloqueado. Três níveis de variação foram utilizados para cada um dos parâmetros, enquanto variáveis como temperatura da máquina e do molde, tempo de ciclo e outros, foram mantidos constantes durante o desenvolvimento do experimento. O material estudado foi o polietileno de alta densidade e o masterbatch 34090AZPE. A balança para medir o peso das amostras foi da marca BAXTRAN BAT® e a máquina de injeção utilizada foi uma Wittman Battenfield. A forma das amostras obtidos concorda com as diretrizes das especificações ASTM D638-14. Os dados foram analisados no programa de análise estatística Minitab®.*

*Os resultados mostraram que a velocidade de injeção e a porcentagem de masterbatch têm efeitos significativos sobre a encolhimento volumétrico. Além disso, foi obtido um modelo de regressão para a variável resposta, encolhimento volumétrico, em função dos parâmetros do processo.*

*Os resultados obtidos nos permitem concluir que a velocidade de injeção e o percentual de masterbatch têm efeito significativo sobre a encolhimento volumétrico. Além disso, um modelo de regressão foi obtido para a variável resposta como uma função dos parâmetros do processo, o que é mostrado na equação 1.*

$$\begin{aligned} \text{Encolhimento volumétrico} &= 0,11288 + 0,01340 * \text{Velocidade de injeção}_{40} \\ &+ 0,00039 * \text{Velocidade de injeção}_{50} \\ &- 0,01379 * \text{Velocidade de injeção}_{60} \quad (1) \end{aligned}$$

Com este modelo, foi gerado um gráfico de superfície, que aparece na Figura 1.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, J.-Y., Yang, K.-J., & Huang, M.-S. (2018). Online quality monitoring of molten resin in injection molding. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 122, 681–693. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.02.019>
- Elsheikhi, S., & Benyounis, K. (2016). Review of Recent Developments in Injection Molding Process for Polymeric Materials. *Materials Science and Materials Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.04022-4>
- Farotti, E., & Natalini, M. (2018). Injection molding. Influence of process parameters on mechanical properties of polypropylene polymer. A first study. *Procedia Structural Integrity*, 8, 256-264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2017.12.027>
- Pomerleau, J., & Sanschagrin, B. (September de 2006). Injection molding shrinkage of PP: Experimental progress. *Polymer Engineering & Science*, 46(9), 1275-1283. doi:<https://doi.org/10.1002/pen.20595>
- Suárez, S., Naranjo, I., López, I., & Ortiz, J. (2015). Analytical review of some relevant methods and devices for the determination of the specific volume on thermoplastic polymers under processing conditions. *Polymer Testing*, 48(Volume 48, December 2015, Pages 215-231), 215-231. doi:<https://doi.org/10.1016/j.polymer-testing.2015.10.009>

**La impresión 3D integrada a la fundición tradicional de metales como alternativa para mejorar la productividad en el sector joyería**

***3D printing integrated with traditional metal castings as an alternative to improve productivity in the jewelry sector***

***Impressão 3 integrada com fundição de metal tradicional como alternativa para melhorar a produtividade no setor de joias***

**Leidy Yaneth Vega Rodríguez**

Grupo de Investigación INAMOD. Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Servicio Nacional de Aprendizaje, Itagüí- Colombia.

## **PALABRAS CLAVE**

Impresión 3D, fundición por inversión, estandarización, calidad, productividad

## **RESUMEN**

La fundición a la cera perdida es el proceso más tradicional, popular y preferido para la fabricación de joyas a nivel mundial. Este proceso consiste en aplicar una suspensión de cerámica alrededor de un patrón desechable, que tiene las especificaciones deseadas de diseño, el cual se derrite y/o vaporiza del molde de cerámica al ser sometido a altas temperaturas, dejando como resultado un molde negativo hueco (cavidad) en el cual se vierte el metal fundido. La combinación de la tecnología de impresión 3D moderna con la fundición de metales tradicional se ha intensificado en los

últimos años, por sus notables ventajas en términos de creación de diseños complejos y personalizados, flexibilidad de producción y versatilidad en el empleo de diferentes materiales (materiales poliméricos, metales, vidrio). Las resinas poliméricas son las más utilizadas, las cuales fueron diseñadas con propiedades similares a los materiales "tradicionales" como la cera. Sin embargo, dichas resinas experimentan diferentes comportamientos en los procesos y no pueden ser empleadas bajo las mismas condiciones de proceso que cuando se utiliza cera.

Con esta investigación se pretende establecer y definir las condiciones estandarizadas para obtener piezas finales de joyería con buenos acabados, utilizando el proceso de fundición por inversión acoplado a la impresión 3D para la elaboración de prototipos. De esta manera, el sector joyero nacional resultaría beneficiado, evidenciado en la reducción de compras de equipos innecesarios, reprocesos, reducción significativa de los tiempos de entrega y una mejora considerable en productividad y competitividad.

El plan experimental propuesto permitió evaluar la incidencia de la etapa del quemado, específicamente el tiempo de quemado, en la calidad final del producto, considerando que esta etapa es la más crítica y crucial. Los prototipos 3D fueron realizados en resina Emerald verde (suministrada por B9-Creator) y resina Epic 2000-verde (fabricada por Jamghe-MSDS). Se propusieron diferentes curvas de quemado, usando una relación agua/yeso de 38:100 para la fabricación del molde de cerámica. En términos globales, se obtuvieron buenos resultados con una curva que cuenta con tres rampas a 150°C, 455°C y 750°C, mantenidas durante 40, 30 y 20 minutos, respectivamente. Sin embargo, los resultados no siguen una tendencia, por lo que es un poco difícil

decir con exactitud qué variable del proceso afectó la calidad de las piezas, por tanto es importante analizar otras variables, como composición de polvo de inversión, tipo de horno utilizado y/o gases producidos en la combustión.

## **ABSTRACT**

*Investment casting or lost wax process is the traditional, popular and the most preferred for making jewelry worldwide process. This process consist to apply a ceramic suspension around a disposable pattern, having the desired design specifications, which its melts and/or vaporizes from the ceramic mold when is subjected to high temperatures, then resulting in a negative hollow mold (cavity) where the molten metal is poured. The combination between modern 3D printing technology with traditional metal casting has intensified in recent years, due to its remarkable advantages in terms of creating complex and customized designs, flexibility and versatility production in the use of different materials (materials polymeric, metals, glass). Polymer resins are the most commonly used, to be designed with similar properties to "traditional" materials such a wax. However, these resins have different behaviors in the processes and can't be use under the same process conditions as when wax is used.*

*The main objectives of this research are to establish and define the standardized conditions of the process to obtain finished pieces of jewelry with good finishes, using the investment casting process together with 3D printing for the development of prototypes. In this way, it would benefit the National Jewelers sector, evidenced in the reduction of purchases of unnecessary equipment, reduction of reprocessing, significant decrease in delivery times and a considerable improvement in productivity and competitiveness.*

*The experimental plan proposed, allowed to evaluate the incidence of the combustion stage, specifically the combustion time in the final quality of the product, considering this stage as the most critical and crucial in the process. The 3D prototypes were made in Emerald green resin (provided by B9-Creator) and Epic 2000-green resin (manufactured by Jamghe-MSDS). Different cycles were proposed, using a water/dust ratio of 38:100 for manufacture of the plaster mold.*

*In general terms, good results were obtained with a curve that has three heating ramps at 150 °C, 455 °C and 750 °C, maintained for 40, 30 and 20 minutes, respectively. However, the results do not follow a trend, so it means a bit difficult to know with certain which process variable affected the quality of the pieces. Therefore is necessary to analyze other variables such as investment powder composition, type of oven used or gases produced in combustion.*

## **RESUMO**

*A fundação à cera perdida é o processo mais artesanal, popular e preferido para a fabricação de joias um nível mundial. Esse processo envolve a aplicação de uma suspensão cerâmica em torno de um padrão descartável, que tem as especificações de design desejado, que se derrete e/ou vaporiza do molde de cerâmica quando é submetido a altas temperaturas, resultando em um molde oco negativo (cavidade) no qual o metal fundido é derramado.*

*A combinação da moderna tecnologia de impressão 3D com fundição de metal tradicional se intensificou nos últimos anos, devido às suas notáveis vantagens em termos de criação de produtos complexos e personalizados, flexibilidade de produção e versatilidade no uso de diferentes materiais (materiais poliméricos, metais, vidro). As resinas*

*de polímero são as mais comumente usadas, que foram projetadas com propriedades semelhantes a materiais "tradicionais", como cera. No entanto, essas resinas apresentam comportamentos diferentes nos processos e não podem ser usadas nas mesmas condições de processo usadas na cera.*

*Esta investigação tem como objetivo estabelecer e definir as condições padronizadas para a obtenção de peças finais de joalheria com bons acabamentos, utilizando o processo de fundição acoplada à impressão 3D para o desenvolvimento de protótipos. Dessa forma, o setor joalheiro nacional seria beneficiado, evidenciado na redução de compras desnecessárias de equipamentos, na redução do reprocessos, na redução significativa dos prazos de entrega e na melhoria considerável da produtividade e competitividade.*

*O plano experimental proposto permitiu avaliar a incidência do etapa de queima, especificamente o tempo de queima, na qualidade final do produto, considerando que esse estágio é o mais crítico e crucial. Os protótipos 3D foram feitos em resina esmeralda verde (fornecida pela B9-Creator) e resina verde Epic 2000 (fabricada pela Jamghe-MSDS). Diferentes ciclos de queimado foram propostos com relação água/pó de 38:100 para a fabricação do molde de gesso.*

*Em termos gerais, bons resultados foram obtidos com uma curva de três rampas a 150 ° C, 455 ° C e 750 ° C, mantida por 40, 30 e 20 minutos, respectivamente. No entanto, os resultados não seguem uma tendência, por isso é um pouco difícil dizer exatamente qual variável de processo afetou a qualidade das peças, então é necessário analisar outras variáveis, como a composição do pó de investimento, o tipo de forno usado, os gases produzidos na combustão.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actis Grande, M., Forno, I., Klotz, U., & Tiberto, D. (2011). Quality Excellence in the Direct Casting of RP Resins : Reality or Fiction ? En The Santa Fe Symposium on Jewelry Manufacturing Technology. Politecnico di Torino & Research Institute for Precious Metals and Metals Chemistry (FEM).
- Campos Rúbio, J. C., & Romeiro Filho, E. (2012). Implementation of Rapid Manufacturing Systems in the Jewellery Industry in Brazil: Some Experiences in Small and Medium-Sized Companies. En Industrial Engineering: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (Volume I, pp. 817-838). USA: Engineering Science Reference.
- Forno, I. (2014). Direct casting of Rapid Prototyping resins for luxury production : influence of burn-out and processing parameters on the final quality. *Internation Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, 3(2), 498-507.
- Pattnaik, S., Karunakar, D. B., & Jha, P. K. (2012). Developments in investment casting process - A review. *Journal of Materials Processing Technology*, 212(11), 2332-2348. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2012.06.003>
- Stansbury, J. W., & Idacavage, M. J. (2016). 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dental Materials*, 32(1), 54-64.

**Determinación de triazinas en muestras de aguas del río bolo por cromatografía de gases con espectrómetro de masas**

*Determination of triazines in water samples from the bolo river by gas chromatography with mass spectrometer*

*Determinação de triazinas em amostras de água do rio bolo por cromatografia gasosa com espectrômetro de massa*

**Edouard Frederic Velasco Molina  
Jhon Jairo Rios Acevedo**

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ciencias Básicas, Calle 5 # 62-00,  
Cali, Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Triazinas, RDSE, microextracción, muestras de agua, GC-MS.

## **RESUMEN**

Las triazinas son plaguicidas pertenecientes al grupo de los herbicidas, utilizados para el control del crecimiento de malezas. La residualidad de cada uno de estos herbicidas se ve influenciada por características fisicoquímicas del suelo como pH, temperatura, tipo de suelo, condiciones de humedad, y temperatura ambiental. Las triazinas, son tóxicas para la vida acuática (Graymore et, 2001) y en concentraciones de  $0.1 \mu\text{g mL}^{-1}$  es un inductor de hermafroditismo en ranas (Hayes T.B., 2002), la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos determinó que existe evidencia de carcinogenicidad del herbicida en animales, pero

al mismo tiempo las considera levemente tóxicas para algunas especies acuáticas (United States Environmental Protection Agency, 2003). La Cyanazina y el Alachlor se usan en Colombia para preemergencia y post-emergencia temprana en el control de malezas en cultivos de yuca, maíz y sorgo (Instituto Colombiano Agropecuario., 2015). En el siguiente trabajo se determinó la presencia de Alachlor y Cyanazina en aguas del Río Bolo ubicado en Palmira – Valle. La extracción del analito se realizó utilizando la técnica de extracción en fase sólida con disco rotatorio, (A. Cañas, 2012) (Ahumada & Ritcher, 2014) utilizando una fase sólida de octadecil (C18) depositada en la superficie del disco. Las triazinas fueron analizadas cuantitativamente por cromatografía de gases con detector de masas de cuádruplo simple, se determinaron atributos del método como linealidad ( $r > 0.995$ ) para cada uno de los compuestos, en el rango de aplicación ( $0.3 - 3 \text{ mg L}^{-1}$ ), la precisión se expresó como repetibilidad con coeficiente de variación valores menores al 5%, la precisión intermedia medida entre las muestras analizadas fue expresados en términos del coeficiente de variación obteniéndose valores menores al 10%.

La exactitud se calculó como porcentajes de recuperación de estándares, estas recuperaciones estuvieron en el rango de 102%-106%, seleccionados en los niveles bajos, medios y altos de la curva de calibración. Para las muestras adicionadas, la exactitud se calculó en términos de recuperación, obteniéndose recuperaciones entre 99.30%-107%. Adicionalmente se realizaron análisis de robustez para siete variables rutinarias durante la ejecución del ensayo obteniendo como resultado que las variables como reutilización de puntas de micro pipeta, cambio de plancha de agitación y temperatura de preparación influyen de manera significativa en los resultados. Los límites de detección

y cuantificación se calcularon para cada uno de los compuestos obteniéndose valores de detección de  $0.219 \mu\text{g L}^{-1}$  para Cyanazina y  $0.203 \mu\text{g L}^{-1}$  para Alachlor y  $0.730 \mu\text{g L}^{-1}$  y  $0.677 \mu\text{g L}^{-1}$  –  $0.730 \mu\text{g L}^{-1}$  para cuantificación.

## ABSTRACT

*The triazines are pesticides belonging to the group of herbicides, used to control the growth of weeds. The residuality of each of these herbicides is influenced by physicochemical characteristics of the soil such as pH, temperature, soil type, humidity conditions, and environmental temperature. The triazines are toxic to aquatic life (Graymore et al., 2001) and in concentrations of  $0.1 \mu\text{g mL}^{-1}$  is an inducer of hermaphroditism in frogs (Hayes TB, 2002), the United States Environmental Protection Agency determined that there is evidence of carcinogenicity of the herbicide in animals, but at the same time it considers them slightly toxic for some aquatic species (United States Environmental Protection Agency, 2003). Cyanazine and Alachlor are used in Colombia for preemergence and early post-emergence in the control of weeds in cassava, corn and sorghum crops (Instituto Colombiano Agropecuario., 2015). In the following work they determined the presence of Alachlor and Cyanazina in waters of the Bolo River located in Palmira - Valle. The extraction of the analyte was carried out using the technique of solid phase extraction with rotating disk, (A. Cañas, 2012) (Ahumada & Ritcher, 2014) using a solid phase of octadecyl (C18) deposited on the surface of the disk. The triazines were analyzed quantitatively by gas chromatography with quadruple simple mass detector. Attributes of the method were determined as Linearity ( $r > 0.995$ ) for each of the compounds, in the range of application ( $0.3 - 3 \text{ mg L}^{-1}$ ), the precision was expressed as repeatability with coefficient*

of variation values lower than 5%, the intermediate precision measured between the samples analyzed was expressed in terms of the coefficient of variation obtaining values lower than 10%. Accuracy was calculated as the percentage of recovery of standards. These recoveries were in the range of 102% -106%, selected in the low, medium and high levels of the calibration curve. For the added samples, the accuracy was calculated in terms of recovery, recoveries were obtained between 99.30% -107%. Robustness analyzes were also carried out for seven routine variables during the execution of the test, obtaining as a result that variables such as reuse of micro pipette tips, stirring plate change and preparation temperature significantly influence the results. The limits of detection and quantification were calculated for each of the compounds, obtaining detection values of 0.219  $\mu\text{g L}^{-1}$  for Cyanazine and 0.203  $\mu\text{g L}^{-1}$  for Alachlor and 0.730  $\mu\text{g L}^{-1}$  and 0.677  $\mu\text{g L}^{-1}$  - 0.730  $\mu\text{g L}^{-1}$  for quantification.

## RESUMO

As triazinas são pesticidas pertencentes ao grupo de herbicidas, usados para controlar o crescimento de ervas daninhas. A residualidade de cada um desses herbicidas é influenciada pelas características físico-químicas do solo, como pH, temperatura, tipo de solo, condições de umidade e temperatura ambiente. Triazinas, são tóxicos para a vida aquática (Graymore et, 2001) e em concentrações de 0,1 mg mL<sup>-1</sup> é um indutor de hermafroditismo nos sapos (Hayes TB, 2002), a Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos determinou que há evidências de carcinogenicidade em animais herbicida, mas ao mesmo tempo considerado ligeiramente tóxico para algumas espécies aquáticas (Agência dos Estados Unidos Protecção Ambiental, 2003). O Cyanazina e alachlor utilizada na Colômbia para pré-emergência e controle de plantas daninhas em pós-emergência no início de

mandioca, milho e sorgo (Instituto Colombiano Agrícola., 2015). No trabalho seguinte determinaram a presença de Alachlor e Cyanazina nas águas do rio Bolo localizadas em Palmira - Valle. A extração do analito foi realizada utilizando a técnica de extração em fase sólida com o disco rotativo (A. Cañas, 2012) (Ahumada & Richter, 2014) utilizando uma fase sólida de octadecilo (C18) depositado sobre a superfície do disco. Triazinas foram analisadas quantitativamente por cromatografia em fase gasosa com detector de massa de quadrupolo simples, atributos método como linearidade ( $r > 0,995$ ) foram determinados para cada um dos compostos, a área de aplicação (0,3 a 3 mg L<sup>-1</sup>) a precisão foi expressa como valores de coeficiente de variação repetibilidade inferior a 5%, como precisão intermédia entre as amostras analisadas foi expresso em termos de coeficiente de valores obtidos de variação inferiores a 10%. Precisão foi calculada como percentagem de recuperação de padrões esses recuperações estavam na gama de 102% -106%, seleccionados níveis mais elevados de baixo da curva de calibração, e os meios. Para amostras enriquecidas, a precisão foi calculada em termos de rendimento de recuperação 99,30% recuperações entre posterior análise robustez -107% durante sete variáveis de rotina realizadas durante a execução do resultado do teste indicam que as variáveis como reutilização micro pontas de pipeta, mudança de placa de agitação e temperatura de preparação influenciam significativamente os resultados. Os limites de detecção e de quantificação foram calculados para cada um dos compostos obtidos valores de detecção de 0,219 mg L<sup>-1</sup> a Cyanazina e 0203 mg L<sup>-1</sup> alacloro e 0730 mg L<sup>-1</sup> e 0677 mg L<sup>-1</sup> a 0730 mg L<sup>-1</sup> para quantificação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Cañas, P. R. (2012). Solid-phase microextraction using octadecyl-bonded silica immobilized on the surface of a rotating disk: Determination of hexachlorobenzene in water. *Analytica Chimica Acta*, 75-79.
- Ahumada, I., & Ritcher, P. (2014). Rotating-disk Sorptive Extraction: Effect of the Rotation Mode of the Extraction Device on Mass Transfer Efficiency. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 92.
- Graymore et, a. (2001). Impacts of atrazine in aquatic ecosystems. *Environment International* 26, 483-495.
- Hayes T.B., C. A. (2002). Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *PNAS* 99, 5476-5480.
- United States Environmental Protection Agency. (2003). Interim Reregistration Eligibility Decision for Atrazine. Washington: USEPA, 285 p.

**Obtención de biopolímero termoplástico a partir de ácido poliláctico (apl) de almidón de papa residual y mucílago de nopal**

**Obtaining thermoplastic biopolymer from polylactic acid (pla) of residual potato starch and mucilage of nopal cactus**

**Obtendo um biopolímero termoplástico de um ácido poliático (apl) de fécula residual de batata e um mucilago de nopal**

Centro Minero, Tecnólogo en Química Aplicada a la Industria, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso – Colombia. [hvdaza@misena.edu.co](mailto:hvdaza@misena.edu.co)

Centro Minero, Instructor en Gestión Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso – Colombia. [pavargas291@misena.edu.co](mailto:pavargas291@misena.edu.co)

Centro Minero, Líder de grupo de investigación GICEMIN, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso – Colombia. [jjandreapg@misena.edu.co](mailto:jjandreapg@misena.edu.co)

Centro Minero, Líder semilleros de investigación GICEMIN, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso – Colombia. [lalozano83@misena.edu.co](mailto:lalozano83@misena.edu.co)

## **PALABRAS CLAVE**

Ácido poliláctico, almidón residual, biopolímero, biodegradabilidad, termoplástico.

## RESUMEN

La obtención del biopolímero se fundamenta en la caracterización físico, química y mecánica de residuos agroindustriales del departamento de Boyacá como cladodio de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) proveniente de cultivos del municipio de Pesca (Boyacá) y el almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) como residuo del proceso de producción de hojuelas de papa frita de la industria de "Productos los Lanceros" en Duitama (Boyacá), como sustrato idóneo para la extracción de ácido polilactico (APL), que se obtiene mediante un proceso de digestión aerobia. Se evaluará dicha técnica para la obtención de estos biomateriales y así validar la sinergia de los mismos en mezclas mediante un diseño experimental factorial 22 para determinar la mezcla óptima con mejores propiedades físico, químicas y mecánicas para la producción de un prototipo de empaque o envases oxo-biodegradable para industria alimenticia frente a alternativas convencionales de empaques a base de polietileno y polipropileno.

## ABSTRACT

*The obtaining of the biopolymer is based on the physical, chemical and mechanical characterization of agro-industrial residue from the department of Boyacá as cladode of nopal cactus (*Opuntia Ficus Indica*) coming from the municipality of Pesca (Boyacá) and potato starch crops (*Solanum Tuberosum*) as residue of the process of production of fried potato flakes from the "Productos los Lanceros" industry in Duitama (Boyacá), as a substrate suitable for the extraction of polylactic acid (APL), which is obtained through an aerobic digestion process. This technique will be assessed to obtain these biomaterials*

*and thus validate the synergy of these mixtures through a factorial experimental design 22 and determine the optimum mixture with best physical, chemical and mechanical properties for the production of a prototype of oxo-biodegradable packaging or containers for the food industry opposed to conventional packaging alternatives based on polyethylene and polypropylene.*

## **RESUMO**

*A obtenção do biopolímero fundamenta-se na caracterização físico, química e mecânica de resíduos agroindustriais do departamento de Boyacá como cladódio de nopal (*Opuntia Ficus Indica*) proveniente de cultivos do município de Pesca e o almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) como resíduo do processo de produção de hojuelas de papa fritada da indústria de “Productos os Lanceros” em Duitama Boyacá, como sustrato idôneo para a extracção de ácido polilactico (APL) que se obtém mediante um processo de digestión aerobia. Avaliar-se-á dita técnica para a obtenção destes biomateriales e assim validar a sinergia dos mesmos em misturas mediante um desenho experimental factorial 22 para determinar a mistura óptima com melhores propriedades físico, químicas e mecânicas para a produção de um protótipo de empacotamento ou embalagens oxo-biodegradable para indústria alimentar em frente a alternativas convencionais de empacotamentos a base de polietileno e polipropileno.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuong, M., Gyung, J., Yong, H., Kyoung, S., & Jang, J. (2013). D- and L-lactic acid production from fresh sweet potato through simultaneous saccharification and fermentation, *Biochemical Engineering Journal*, (81), p. 40-46.
- Prada Ospina, R. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (72), p.182-192.
- Smerilli, M., Neureiter, M., Haas, C., Frühauf, S. i Fuchs, W. (2016). Valorization of Potato-processing Residues for the Production of Lactic Acid. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 30 (2), p. 255-263. Doi: <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2015.2332>.
- Valero-Valdivieso, M., Ortegón, Y, & Uscategui, Y. (2013). Biopolímeros: avances y perspectivas, *Dyna*, 80(181), p. 171-180.
- Villada H., Acosta H., & Velasco R., (2008) Investigación de almidones termoplásticos, precursores de productos biodegradables, *Inf. Tecnol.*, 19 (2), p. 3-14.

**Recubrimientos de sustratos de acero, cobre y zinc mediante oxidación electrolítica con plasma para la reducción de Cr(VI)**

*Coatings of steel, copper and zinc substrates by electrolytic oxidation with plasma for the reduction of Cr (VI)*

*Revestimentos de sustratos de aço, cobre e zinco por oxidação eletrolítica com plasma para a redução de Cr (VI)*

**John Alexander Garcia  
Fernando Gordillo-Delgado**

Grupo de Investigación en Ciencia Aplicada para el Desarrollo de la Ecoregion -GICADE-, Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío.

## **PALABRAS CLAVE**

Oxidación electrolítica con plasma, fotorreducción, cromo hexavalente.

## **RESUMEN**

Se hicieron recubrimientos en sustratos de acero, cobre y zinc utilizando la técnica de oxidación electrolítica con plasma (OEP) y se evaluó su actividad fotocatalítica en la reducción del Cr (VI), un agente altamente tóxico presente en aguas residuales de procesos industriales tales como la producción de acero inoxidable, tinturas textiles, curado de maderas y curtido de cuero. La OEP consiste en aplicar una diferencia de potencial eléctrico entre una lámina metálica (ánodo-sustrato) inmersa en un electrolito donador del

oxígeno y un cátodo; cuando se supera la tensión de ruptura del ánodo se generan microdescargas en su superficie, con lo que se aumenta abruptamente la presión y temperatura local y se producen microcavidades. En este trabajo, se utilizó un electrolito compuesto de 0.2 g/L de metasilicato de sodio nonahidratado y 0.05 g/L de hidróxido de potasio. Se obtuvieron difractogramas de rayos X de las muestras y se comprobó la formación de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), de óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) y óxido cúprico ( $\text{CuO}$ ) y de óxido de Zinc ( $\text{ZnO}$ ) sobre las láminas correspondientes. Usando radiación ultravioleta de longitud de onda de 255 nm de una lámpara germicida, sobre una solución con concentración de 1 ppm de Cr (VI); se obtuvo una eficiencia fotocatalítica de reducción a Cr (III) cercana al 100 % en 30 minutos con el revestimiento de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , obtenido con un voltaje de 550 V en la OEP de forma catódica, y en 60 minutos con los óxidos del cobre y del zinc crecidos con 550 V y 650 V, respectivamente.

#### ABSTRACT

*Steel, Copper and Zinc were used such as substrates and applied into an investigation on plasma electrolytic oxidation (PEO) technique and their photocatalytic activity was evaluated in Cr (VI) reduction, which is a highly toxic agent presents in wastewater from industrial processes such as stainless steel production, textile dyes, wood curing and leather tanning. PEO consists in applying an electrical potential between a metal sheet (anode-substrate) immersed in an electrolyte donor of oxygen and a cathode; when anode's breaking voltaje is exceeded, some micro-discharges are generated on the surface, then pressure and experiment's temperature are abruptly increased and microcavities are produced. In this work, 0.2 g / L of sodium metasilicate pentahydrate and 0.05 g / L of potassium hydroxide electrolytic compound was*

*used. Samples treated using PEO technique where analyzed by X-ray diffractograms and formation of ferric oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), copper oxide (Cu<sub>2</sub>O) and cupric oxide (CuO) and zinc oxide (ZnO) was determined on corresponding sheets. Photocatalytic activity was evaluated using a ultraviolet radiation germicidal lamp with 255 nm wavelength using a solution with a Cr (VI) 1 ppm concentration. Efficiency reduction of Cr (VI) to Cr (III) around at 100% was obtained in 30 minutes with Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coating, obtained by CPEO at 550V, and 60 minutes using copper and zinc oxides obtained with 550 V and 650 V, respectively.*

## **RESUMO**

*Os revestimentos foram feitos em substratos de aço, cobre e zinco utilizando a técnica de oxidação electrolítica de plasma (EPO) foram feitas e a sua actividade fotocatalítica foi avaliada na redução de Cr (VI), um agente altamente tóxico presente em efluentes de processos industriais, tais como a produção de aço inoxidável, corantes têxteis, cura de madeira e curtimento de couro. A EPO consiste em aplicar uma diferença de potencial elétrico entre uma folha metálica (substrato anódico) imersa em um doador de oxigênio e um cátodo; quando a tensão de ruptura é excedido microdischarges ânodo são gerados sobre a sua superfície, pelo que ocorrem a temperatura e pressão local aumenta abruptamente e microcavidades. Neste trabalho, foi utilizado um eletrólito composto de 0,2 g / L de metassilicato de sódio nonaidratado e 0,05 g / L de hidróxido de potássio. Os difractogramas de raios-X das amostras foram obtidas e a formação de óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), determinou-se óxido cuproso (Cu<sub>2</sub>O) e óxido cúprico (CuO) e óxido de zinco (ZnO), sobre as respectivas folhas. Utilizando radiação ultravioleta de comprimento de onda de 255 nm a partir de uma lâmpada germicida, uma solução com uma concentração de 1 ppm*

*de Cr (VI), uma redução da eficiência fotocatalítica para Cr (III) foi obtido perto de 100% em 30 minutos por Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> revestimento, obtida com uma tensão de 550 V na EPO catodicamente, e em 60 minutos, com os óxidos de cobre e de zinco cultivadas com 550 V e 650 V, respectivamente.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Li, Q., Liang, J., & Wang, Q. (2013). Plasma electrolytic oxidation coatings on lightweight metals. In Modern surface engineering treatments. Intech.
- Walsh, F. C., Low, C. T. J., Wood, R. J. K., Stevens, K. T., Archer, J., Poeton, A. R., & Ryder, A. (2009). Plasma electrolytic oxidation (PEO) for production of anodised coatings on lightweight metal (Al, Mg, Ti) alloys. Transactions of the IMF, 87(3), 122-135
- Rincón-Joya, M., Raba-Páez, A. M., & Barba-Ortega, J. (2016). Obtención de partículas de óxido de cobre a bajo costo, para ser aplicadas en medio acuoso contaminado. Respuestas, 21(1), 89-96.
- Torres, D. A., Gordillo-Delgado, F., & Plazas-Saldaña, J. (2017, January). Formation of TiO<sub>2</sub> nanostructure by plasma electrolytic oxidation for Cr (VI) reduction. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 786, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Stojadinović, S., Tadić, N., & Vasilić, R. (2016). Formation and characterization of ZnO films on zinc substrate by plasma electrolytic oxidation. Surface and Coatings Technology, 307, 650-657.

**Síntesis de un poliuretano urea (puu) elastómero a partir de un prepolimero basado en 4,4-diisocianato de difenilmetano**

*Synthesis of polyurethane urea (puu) elastomer from a prepolymer based on 4,4- methylene diphenyl diisocyanate*

*Síntese de um elastômero de uréia de poliuretano (puu) a partir de um pré-polímero à base de diisocianato de 4,4-difenilmetano*

**Aneira Cuellar Burgos  
Fabio Augusto Mesa Rueda**

Laboratorio de polímeros y materiales compuestos, Universidad Nacional,  
Manizales - Colombia

**Alejandra Candamil Castaño  
Santiago Evair Posso Cabrera  
Carlos David Valencia Eraso**

Facultad de Ingeniería química, Universidad Nacional, Manizales – Colombia

## **PALABRAS CLAVE**

Poliuretano urea, disolución, segmento duro, elastómero.

## **RESUMEN**

Los poliuretanos urea (PUU) son copolímeros termoplásticos, lineales con características elastómeras, debido a la incompatibilidad termodinámica entre el segmento blando y el segmento duro, al generar interacciones fuertes de puentes de hidrógeno, lo que aporta resistencia mecánica alta convirtiendo al PUU en un material de interés industrial (Coutinho & Delpech, 2000; John O. Akindoyoa, 1, M. D. H. Bega, S. Ghazalia, M. R. Islamb, Nitthiyah Jeyaratnama,

2016; M, Zhao, Anderson, & Hiltner, 1987). Actualmente presenta aplicaciones en el campo textil, automotriz y biomédico siendo la elaboración de catéteres, corazones artificiales y marcapasos, como algunos de sus usos más relevantes (Howard, 2002; Unal et al., 2004). En este estudio se sintetizaron tres muestras de PUU mediante la técnica de solución en dos etapas (Wang & Cooper, 1983) donde se varió el porcentaje de disolución de la primera etapa de 10, 20 y 26 % en peso para un mismo porcentaje de segmento duro (40%) con el fin de establecer el porcentaje adecuado para la síntesis. En la primera etapa se bloqueó el prepolímero 4,4 MDI con un poliéter de bajo peso molecular (PTMO) y en la segunda etapa se extendió la cadena con etilendiamina a una temperatura de 90°C. Las muestras obtenidas se caracterizaron por difracción de rayos X (XRD), análisis termogravimétrico (TGA) y prueba mecánica de tracción. Se observó a través del XRD que a medida que aumenta la concentración en peso de la primera etapa, el material se vuelve amorfo y pierde los picos cristalinos del poliéter (19° en 2e y del segmento duro (9° en 2e) e igualmente, se observa un aumento del porcentaje de elongación en el punto de ruptura, de 6 a 355% y se incrementa la degradación de 202°C a 208°C, definiendo las mejores condiciones de síntesis con el 26% en sólidos para la primera etapa, empleando un sistema con un prepolimero de 4,4 MDI.

#### ABSTRACT

*Polyurethanes urea (PUU) are linear, thermoplastic copolymers with elastomeric characteristics, due to the thermodynamic incompatibility between the soft segment and the hard segment, generating strong hydrogen bridge interactions, which provides high mechanical resistance making the PUU a material of industrial interest (Coutinho & Delpech, 2000; John O. Akindoyoa, 1, MDH Bega, S. Ghazalia, RM Islamb, Nitthiyah Jeyaratnama, 2016; M, Zhao, Anderson, & Hiltner,*

1987) Currently presents applications in the field textile, automotive and biomedical being the development of catheters, artificial hearts and pacemakers some of its most relevant uses (Howard, 2002, Unal et al., 2004). In this study, three PUU samples were synthesized using the two-stage solution technique (Wang & Cooper, 1983), where the percentage dissolution of the first stage was varied at 10, 20 and 26% by weight for a same percentage of hard segment (40%) in order to establish the appropriate percentage for the synthesis. In the first stage, the 4,4 MDI prepolymer was blocked with a low molecular weight polyether (PTMO) and in the second stage the chain was extended with ethylene diamine at 90 ° C. The samples obtained were characterized by X-ray diffraction (XRD), thermogravimetric analysis (TGA) and mechanical tensile test. It was observed through the XRD that as the concentration in weight of the first stage increases, the material becomes amorphous and loses the crystalline peaks of the polyether (19 ° in 2e) and the hard segment (9 ° in 2e) also an increase in the percentage of elongation at the point of break is observed, from 6 to 355%, the degradation increases from 202 ° C to 208 ° C, defining the best conditions of synthesis at 26% in solids for the first stage, using a system with a prepolymer of 4.4 MDI.

## RESUMO

Os poliuretanos ureia (PUU) são copolímeros termoplásticos, lineares com características elastoméricas, devido à incompatibilidade termodinâmica entre o segmento mole e o segmento duro, gerando fortes interações de ligações de hidrogénio, o que proporciona uma elevada resistência mecânica tornando o PUU um material de interesse industrial. (Coutinho & Delpech, 2000; John O. Akindoyoa, 1, M. D. H. Bega, S. Ghazalia, M. R. Islamb, Nitthiyah Jeyaratnama, 2016; M, Zhao, Anderson, & Hiltner, 1987). Atualmente têm aplicações no setor têxtil,

*automotivo e biomédico sendo a elaboração de cateteres, corações artificiais e marca-passos alguns de seus usos mais importantes (Howard, 2002; Unal et al., 2004). Neste estudo, três amostras de PUU foram sintetizadas usando a técnica de solução de dois estágios (Wang & Cooper, 1983), em que a percentagem de dissolução da primeira fase 10, 20 e 26% em peso foi variada para a mesma percentagem de segmento duro (40%), a fim de determinar a percentagem adequada para a síntese. No primeiro passo, o pré-polímero de MDI 4,4 bloqueado com um poliéter de baixo peso molecular (OPTM) e na segunda fase cadeia estendida com etilenodiamina a uma temperatura de 90°C. As amostras obtidas foram caracterizadas por difração de raios-X (XRD), análise termogravimétrica (TGA) e ensaio de tração mecânica. Observou-se por meio de DRX, que, como a concentração, em peso, da primeira etapa, o material torna-se amorfo e perde os picos cristalinos do poliéter (19 ° em 2 $\theta$ ) e o segmento duro (9 ° em 2 $\theta$ ) e também um aumento da percentagem de alongamento na ruptura de 6-355% é observada e degradação de 202°C é aumentada a 208°C, que definem as melhores condições de síntese com 26% de sólidos para a primeira fase, usando um sistema com um pré-polímero de 4,4 MDI.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coutinho, F. M. B., & Delpech, M. C. (2000). Degradation profile of films cast from aqueous polyurethane dispersions. *Polymer Degradation and Stability*, 70(1), 49–57. [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(00\)00087-2](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(00)00087-2)
- Howard, G. T. (2002). Biodegradation of polyurethane: A review. In *International Biodeterioration and Biodegradation* (Vol. 49, pp. 245–252). [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(02\)00051-3](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(02)00051-3)
- John O. Akindoyoa, 1, M. D. H. Bega, S. Ghazalia, M. R. Islamb, Nitthiyah Jeyaratnama, and A. R. Y. (2016). Polyurethane types, synthesis and applications – a review. *RSC Advances*, 6(115), 114453–114482. <https://doi.org/10.1039/C6RA14525F>
- M, R. E., Zhao, Q., Anderson, J. M., & Hiltner, A. (1987). Degradation of a poly(ether urethane urea) elastomer : infra-red and XPS studies. *POLYMER*, 28(12), 2032–2039.
- Unal, S., Yilgor, I., Yilgor, E., Sheth, J. P., Wilkes, G. L., & Long, T. E. (2004). A New Generation of Highly Branched Polymers: Hyperbranched, Segmented Poly(urethane urea) Elastomers. *Macromolecules*, 37(19), 7081–7084.
- Wang, C. B., & Cooper, S. L. (1983). Morphology and properties of segmented polyether poly(urethaneureas). *Macromolecules*, 16(5), 775–786. <https://doi.org/10.1295/polymj.17.969>

