

Memorias del II Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

Compiladores:
Anacleto Félix Fuentes
Eunice Guzmán Fierros



ITSON
Educar para
Transformar



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA
Educar para Trascender

Las Memorias del II Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias son una compilación de los trabajos arbitrados presentados durante el evento efectuado del 23 al 25 de octubre de 2013 en Ciudad Obregón, Sonora, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Sonora.

COMPILADORES

Anacleto Félix Fuentes
Eunice Guzmán Fierros

Revisión de Estilo y Formato

Marisela González Román
Eunice Guzmán Fierros

Tecnología y Diseño

Eunice Guzmán Fierros
Dulce Zyanya Islas Lee
Héctor Arvayo Enríquez

2013. Instituto Tecnológico de Sonora.
5 de Febrero, 818 Sur, Colonia Centro.
Ciudad Obregón, Sonora, México.
Código Postal 85000.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, sí como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de la información), sin consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico de Sonora.

Primera edición 2013
Impreso en México

DIRECTORIO ITSON

Dr. Isidro Roberto Cruz Medina
RECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Dr. Jesús Héctor Hernández López
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

Dr. Jaime Garatuza Payán
DIRECCIÓN ACADÉMICA DE RECURSOS NATURALES

Mtro. Anacleto Félix Fuentes
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS ALIMENTARIAS
COORDINADOR GENERAL DEL EVENTO

Mtra. Eunice Guzmán Fierros
RESPONSABLE DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERO BIOTECNÓLOGO

Mtro. Raúl Holguín Soto
RESPONSABLE DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTO

COMITÉ ORGANIZADOR

Comité de logística

Mtra. Ana María Rentería Mexía
Dra. Olga Nydia Campas Baypoli
Mtra. Ofelda Peñuelas Rubio
Ing. Abel Verdugo Fuentes

Comité editorial

Mtra. Eunice Guzmán Fierros
Ing. Héctor Arvayo Enríquez

Comité científico

Dr. Jaime López Cervantes
Dra. Isabel Sánchez Machado
Dra. Olga Nydia Campas Baypoli
Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto
Dr. Pablo Gortares Moroyoqui
Dra. Ruth Gabriela Ulloa Mercado
Dr. Roberto Rodríguez Ramírez
Dr. Luis Alberto Cira Chávez
Dra. María Isabel Estrada Alvarado
Dr. Iram Mondaca Fernández
Dra. Lourdes Mariana Díaz Tenorio
Dr. Jaime Garatuza Payán
Dra. María Mercedes Meza Montenegro
Mtra. Ana María Rentería Mexía
Mtro. Anacleto Félix Fuentes
Mtro. Raúl Holguín Soto
Mtra. Rosario Alicia Gálvez Chan
Mtra. Zita Gutiérrez Cázares

Comité de talleres

Mtro. Raúl Holguín Soto
Mtra. Alba Rosalinda Muñoz Antillo
Mtra. Blanca Lorenia Reyes Blanco
Soc. de Alumnos de Lic. Tecnología de Alimentos (SALTA)
Asociación de Alumnos de Ing. Biotecnólogo (ASAIB)

Comité de publicidad y patrocinios

Mtra. Alba Rosalinda Muñoz Antillo
Mtro. Andrés Francisco Chávez Almanza

Comité de registro y recepción

Mtro. Andrés Francisco Chávez Almanza
Ing. María Fernanda Martínez López
Mtro. Jonathan Rojas Padilla
Lic. Rosa Elizabeth Esquer Martínez
Ing. Héctor Arvayo Enríquez
Soc. de Alumnos de LTA (SALTA)
Asociación de Alumnos de Ing. Biotecnólogo (ASAIB)

Comité de carteles

Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto
Mtra. Laura Elisa Gassós Ortega
Mtro. Andrés Francisco Chávez Almanza
Mtro. Jonathan Rojas Padilla

Comité de eventos sociales y coffee break

Mtra. Rosario Alicia Gálvez Chan
Sociedad de Alumnos de LTA (SALTA)
Asociación de Alumnos de Ing. Biotecnólogo (ASAIB)

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
ARTÍCULOS EN EXTENSO	
ARTÍCULO 1. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE AL MANEJO AGRONÓMICO CONVENCIONAL DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI. Valenzuela Antelo J. L., Estrada Alvarado M. I., Gutiérrez Coronado M. A., Govaerts B. y Verhulst N.	15
ARTÍCULO 2. BIOFERMENTOS DE ELABORACIÓN ARTESANAL COMO OPCIÓN TECNOLÓGICA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN PEQUEÑOS PRODUCTORES. Zagoya Martínez J., Ocampo Mendoza J., Ocampo Fletes I., Macías López A. y De La Rosa Peñaloza P.	21
ARTÍCULO 3. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO Y UN SISTEMA HIDROPÓNICO EN NFT PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE ACE. Ibarra Covarrubias K. E., Arellano Gil M., Casillas Hernández R. y Félix Ortega O.	29
ARTÍCULO 4. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO E HIDROPÓNICO EN SISTEMA (NFT) PARA LA PRODUCCIÓN DE PAK CHOI (VARIEDAD JOI CHOI) Félix Ortega O., Ibarra Covarrubias K. E., Arellano Gil M. y Casillas Hernández R.	34
ARTÍCULO 5. DETECCIÓN MOLECULAR DEL VIRUS DEL MOSAICO COMÚN DEL PEPINO (CMV) EN HOJAS Y SEMILLAS DE VARIETADES OLEICAS DE <i>Carthamus tinctorius L.</i> Peinado Fuentes L. A., López M. M.; Ramírez D. C. M., Borbón G. A. y Lares Villa F.	41
ARTÍCULO 6. EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS INDUCTORES DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN DIFERENTES ETAPAS DE GERMINACIÓN DEL BRÓCOLI. Pereo Gálvez M. A., González Pacheco E., Campas Baypoli O. N., López Cervantes J. y Sánchez Machado D. I.	48
ARTÍCULO 7. ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE <i>MYCO ROOT</i> COMO INOCULANTE EN EL DESARROLLO VEGETAL INTEGRADO DE CEBOLLA Y PEPINO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Nieto Valenzuela M. A., Arellano Gil M., Mungarro Ibarra C., Peñuelas Rubio O. y Martínez Carrillo J. L.	54
ARTÍCULO 8. EVALUACIÓN DE DISTINTAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE MELÓN (<i>Cucumis melo L.</i>) CV HONEYDEW. Rodríguez Félix E., Contreras Girón M. I., Astorga Cienfuegos K. R., García Rico L. y Rivera Domínguez M.	58
ARTÍCULO 9. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO EN UN MATORRAL XERÓFILO DE SONORA. Guerra Lugo M., Yépez González E. A., Estrada Alvarado M. I., Díaz Tenorio L. M. y Garatuza Payán J.	63
ARTÍCULO 10. ACTIVIDAD ANTIANGIOGÉNICA DE EXTRACTOS DE LA MICROALGA MARINA <i>Tetraselmis suecica</i> . Ulloa Mercado R. G., Novio S., Gortares Moroyoqui P., Rentería Mexía A. M. y Sineiro J.	69
ARTÍCULO 11. DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BIORREACTOR MODULAR DE INMERSIÓN TEMPORAL AUTOMATIZADO PARA EL CULTIVO <i>IN VITRO</i> DE PLANTAS. Tineo García L., Herrera Sarellano M., Murillo Verdusco I., Figueroa Díaz R. A., Rivera Pacheco D. A. y Cornejo Vargas F. I.	75
ARTÍCULO 12. PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO EN EL	81

MANEJO Y CONTROL DE RESISTENCIA DE INSECTOS BLANCO DE ORGANISMO GENÉTICAMENTE MODIFICADOS. Verdugo Fuentes A., Castro Espinoza L., Gutiérrez Coronado M. A., Arellano Gil M. y Martínez Carrillo J. L.	
ARTÍCULO 13. ANÁLISIS GENÉTICO DE COLECTAS DE AGUACATE (<i>Persea americana</i> Mill) QUE PRESENTAN VARIACIÓN EN EL CONTENIDO NUTRICIONAL DE SUS FRUTOS. Pereyra Camacho M. A., Peraza Magallanes A. Y., Navarro Muñoz A. y Calderón Vázquez C. L.	89
ARTÍCULO 14. BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA POR CÉLULAS DE LA PIEL. Flores Murrieta V. M., Herrera Urbina R., Larios Rodríguez E., Valyaveettil S. y Chan C.	97
ARTÍCULO 15. EL GEN DE LA PROTEÍNA DE ENLACE DEL FACTOR DE CRECIMIENTO INSULÍNICO-6 (IGFBP6) COMO MARCADOR MOLECULAR ASOCIADO AL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO POSTPARTO EN VACAS PRIMERIZAS DE RAZA BRAHMAN. Oroz Rojo G. F., López Castro P. A., Thomas M. G. y Luna Nevárez P.	103
ARTÍCULO 16. IDENTIFICACIÓN DE UN MARCADOR MOLECULAR DEL GEN DEL TRANSDUCTOR DE SEÑAL Y ACTIVADOR DE TRANSCRIPCIÓN-6 (STAT6) ASOCIADO AL INICIO DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN VAQUILLAS DE RAZA BRAHMAN. Sánchez Estrada T. J., López Castro P. A., Thomas M. G. y Luna Nevárez P.	109
ARTÍCULO 17. BLOGS, UNA ALTERNATIVA DE DIFUSIÓN PARA LA BIOTECNOLOGÍA. Lovio Fragoso J.P., Camarena Castellanos C., Gassós Ortega L. E. y Tavares Sánchez O. L.	116
ARTÍCULO 18. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE SEMILLAS DE <i>Lesquerella</i> PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES. Hernández Sierra D., Rodríguez Ramírez R., Mondaca Fernández I., Meza Montenegro M. M. y Balderas Cortés J. J.	122
ARTÍCULO 19. CAPACIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS PELÍCULAS DE QUITOSANO Y PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS. Rodríguez Núñez J. R., López Cervantes J. y Sánchez Machado D. I.	129
ARTÍCULO 20. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD QUELANTE DE Cu ⁺² EN LOS PRODUCTOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD MEDIANTE SISTEMAS MODELO AMINOÁCIDO-AZÚCAR. Guerrero Ramírez, J. A., Rodríguez Ramírez R., Ávila Villa L. A., Rentería Mexía A. M. y Reyes Blanco B. L.	136
ARTÍCULO 21. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y QUELANTE DE LOS PRODUCTOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD IMPLICADOS EN LOS ALIMENTOS MEDIANTE SISTEMAS MODELO AMINOÁCIDO-AZÚCAR Mondaca Navarro B., Rodríguez Ramírez R., González Córdoba A. F., Vallejo Córdoba B. y Ávila Villa L. A.	141
ARTÍCULO 22. ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS COMEDORES DEL ITSON UNIDAD CENTRO Y NAINARI EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE 2013. Rojas Padilla J., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U., Campas Baypoli O. N. y Chávez Almanza A. F.	148
ARTÍCULO 23. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE UTILIZADA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LAS CAFETERÍAS Y COMEDORES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA. Chávez Almanza A.F., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U., Angulo Inzunza R., Rojas Padilla J. y Puente Cuevas C. M.	155
ARTÍCULO 24. EFECTO DE LA VITRIFICACIÓN-CRIOCONSERVACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD DE LAS	161

<hr/>	
ENZIMAS ANTIOXIDANTES (CATALASA Y SUPERÓXIDO DISMUTASA) EN YEMAS DE VID (<i>Vitis vinifera</i> L.) CV. FLAME.	
Lazo Javalera M. F., Astorga Cienfuegos K. R., Tiznado Hernández M. E., Vargas Arispuro I., Valenzuela Soto E. y Rivera Domínguez M.	
ARTÍCULO 25. ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRA ALIMENTARIA OBTENIDA DE BAGAZO DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i> L.) SOBRE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE UN TIPO DE GALLETA ELABORADA CON HARINA DE TRIGO.	168
Mexicano Santoyo L., Arroyo Figueroa G., Trujillo Santoyo A., Saavedra Medina F. y Herrera Méndez C.	
ARTÍCULO 26. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SOBREPESO Y OBESIDAD PARA PREESCOLARES Y PERSONAL DE ESTANCIAS INFANTILES DEL SUR DE SONORA.	176
López Gurrola M. A., Rentería Mexía A. M., Ulloa Mercado R. G. y Gortares Moroyoqui P.	
ARTÍCULO 27. EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN CARNE CONGELADA DE CORDERO PRODUCIDO EN EL ESTADO DE SONORA.	185
De la Fuente Alvarado M., Díaz Tenorio L. M., Gassós Ortega L. E., Rivera Acuña F. y Hernández Chávez J. F.	
ARTÍCULO 28. CONDICIONES ANTROPOMÉTRICAS Y DE ALIMENTACIÓN DE PREESCOLARES PARTICIPANTES EN UN PROGRAMA ANUAL DE MEJORAMIENTO DE SALUD DE CAJEME Y BÁCUM, SONORA.	190
Núñez Vega L. M., Rentería Mexía A. M., Meza Montenegro M. M., Rodríguez Ramírez R. y Ulloa Mercado R. G.	
ARTÍCULO 29. DE <i>Botrytis cinerea</i> EN UVA DE MESA POR EFECTO DE VOLÁTILES DE ALICINA Y SUS DERIVADOS.	197
Gándara Ledezma A., Corrales Maldonado C., Vallejo S., Rivera Domínguez M., Martínez Téllez M. A. y Vargas Arispuro I.	
 RESÚMENES DE INVESTIGACIÓN	
RESUMEN 1. EVALUACIÓN DEL USO DE PROBIÓTICOS EN DIETAS PARA CAMARÓN BLANCO <i>Litopenaeus vannamei</i> , Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN.	202
Pérez Corona F.I., Casillas Hernández R., Nogales Acuña R., Ibarra Gámez J. C. y Lares Villa F.	
RESUMEN 2. VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS IHNV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013.	204
Rodríguez Valenzuela F. J., Ibarra Gámez J.C., González Galaviz J. R., Luna Badillo C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.	
RESUMEN 3. VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS DE IMNV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013.	206
Cota Mora R. D., Ibarra Gámez J. C., González Galaviz J. R., Luna Badillo C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.	
RESUMEN 4. OPTIMIZACIÓN DE LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE LOS ÉSTERES DE ASTAXANTINA EN ACEITE DE CAMARÓN.	208
Valenzuela Rojo R. D., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J. y Campas Baypoli O. N.	
RESUMEN 5. PRODUCCIÓN DE HILOS QUIRÚRGICOS DE QUITOSANO DE CAMARÓN.	210
Vega Cázarez C. A., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J. y Campas Baypoli O. N.	
RESUMEN 6. BIOMASA MICROBIANA ASOCIADA AL CARBONO EN UN GRADIENTE SUCESIONAL DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA.	212
<hr/>	

RESUMEN 7. TRATAMIENTO ANAEROBIO DE UN AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL CHOCOLATERA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. Esparza Soto M., Ávila Arias J. y Ruelas Romero D. A.	214
RESUMEN 8. EVALUACIÓN DE DOS COMPUESTOS CONTRA NEMÁTODOS GASTROINTESTINALES EN CAPRINOS EN CLIMA SEMIÁRIDO DEL ESTADO DE SONORA. Campas Félix R., Munguía Xóchihua J. A., Flores Rodríguez L. A., Reyna Granados J. R. y Hernández Chávez J. F.	216
RESUMEN 9. GRADO DE CONOCIMIENTO DE HABITANTES DE SONORA EN EL TEMA DESALACIÓN. Dévora Isiordia G. E., Cuevas Salazar O., Saldívar Cabrales J. y Cervantes Rivera K.	218
RESUMEN 10. CREMA CORPORAL A BASE DE ACEITE DE <i>Moringa oleifera</i> : EVALUACIÓN REOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA. Suárez Lozano D., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J. y Campas Baypoli O. N.	220
RESUMEN 11. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUMUS DE LOMBRIZ PRODUCIDO EN UNA EMPRESA AGROPECUARIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. Castro Urrea M. y Enríquez Quezada L. D.	222
RESUMEN 12. IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS E INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN UN BIODIGESTOR ALIMENTADO CON HECES DE RUMIANTES. Morales Flores D., Pérez Morales R. y Acedo Félix E.	223
RESUMEN 13. FLUJO DE POLEN: UN COMPONENTE DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES, DEL MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO, EN MÉXICO. Castro Espinoza L., Gutiérrez Coronado M. A., Martínez Carrillo J. L., Arellano Gil M. y Tineo García L.	226
RESUMEN 14. FASE DE ESTABLECIMIENTO <i>IN VITRO</i> EN LA MICROPROPAGACIÓN DE <i>Aloe vera</i> . Ibarra Von S. R., Tineo García L., López Cervantes J., Sánchez Machado D. I. y Campas Baypoli O. N.	228
RESUMEN 15. EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ROTACIÓN CON MAÍZ Y SORGO EN EL VALLE DEL YAQUI PARA LA OBTENCIÓN DE MAYOR RENDIMIENTO ECONÓMICO Y PARÁMETROS NUTRICIONALES EN ENSILADO, 2011-2012. Alday López J., Gutiérrez Coronado M. A., Arellano Gil M., Martínez Carrillo J. L. y Castro Espinoza L.	230
RESUMEN 16. EXPRESIÓN DE GENES DE SÍNTESIS DE BIOPLÁSTICOS EN <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> TRANSFORMADAS. Pereyra Camacho M. A., Mejía Armenta R., Jiménez Leyva M., Peraza Magallanes A. Y., Navarro Muñoz A., Calderón Vázquez C.L. y Badillo Corona J.	232
RESUMEN 17. SÍNTESIS DE APÓSITOS DE QUITOSANO – ÁCIDO HIALURÓNICO. Villa Díaz de León J. F., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J. y Campas Baypoli O. N.	234
RESUMEN 18. EVALUACIÓN DEL USO DE ANTIOXIDANTES Y ENVASADO AL VACÍO PARA EL PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE PULPA DE AGUACATE (<i>Persea americana</i> , variedad Hass). Holguín Soto R., Ruíz Cruz S. y Ríos Gutiérrez E. I.	236
RESUMEN 19. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS ALIMENTOS EN LA CAFETERÍA DEL CBTIS 37. Vivas Franco M. L., Félix Fuentes A., Chávez Almanza A. F. y Flores Montes G. V.	237

RESUMEN 20. LIBERACIÓN DE CATEQUINA EN PELÍCULAS COMPATIBILIZADAS DE POLIETILENO HACIA SIMULANTES DE ALIMENTOS Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. Valenzuela Buitimea E. L., Ocaño Higuera V. M., Castillo Yáñez F. J., Graciano Verdugo A. Z. y Otero León C. B.	239
RESUMEN 21. DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN MUESTRAS DE AGUA DE GRANJAS ACUÍCOLAS DEL SUR DE SONORA. Vega Guzmán J. A., Ibarra Gámez J. C., Reyes Blanco B. L. y Rodríguez Ramírez R.	240
RESUMEN 22. FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICRO Y NANOESFERAS BASADAS EN PECTINA DE BAJO METOXILO POR ELECTROASPERSIÓN. Sánchez Villegas J. A., Rascón Chu A., Rodríguez Félix F., Castillo Rivera J. J. F. y Pérez López E.	241
RESUMEN 23. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE EXTRACTO DE ORUJO DE UVA EN <i>E. coli</i> O157:H7 Y <i>Staphylococcus aureus</i> . Rodríguez Castro C. A., Ruíz Cruz S., Chaparro Hernández S., De la Fuente Alvarado M. A. y Álvarez Parilla E.	243
RESUMEN 24. DETERMINACION DE MICROCONTAMINANTES EN EL INFLUENTE PRINCIPAL DE LA EMPRESA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE CIVAC (ECCACIV). Martínez Ayala A. V., Gortares Moroyoqui P., González L. A., Ramírez Salinas N. y Moeller Chávez G. E.	244
RESUMEN 25. VALORIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL TOMATE. Silva Beltrán N. P., Ruíz Cruz, S., Ornelas Paz J. J. y López Mata, M. A.	246
RESUMEN 26. ESTABLECIMIENTO A NIVEL CASA SOMBRA DE <i>Lesquerella fendleri</i> CULTIVADA EN EL SUR DE SONORA. Mondaca Fernández I., Mungarro Ibarra C., Romero S. M., Meza Montenegro M. M. y Balderas Cortés J. J.	248
RESUMEN 27. ASPECTOS CINÉTICOS DURANTE LA (BIO) TRANSFORMACIÓN DE AZUL DIRECTO 71 BAJO DISTINTAS CONCENTRACIONES DE SALINIDAD. Morales Alvarado L., Álvarez Valencia L. H., Meza Escalante E. R. y Gortares Moroyoqui P.	249
RESUMEN 28. VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS TSV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013. Moroyoqui Balderrama J. P., Ibarra Gámez J. C., González Galaviz J. R., Luna Badillo C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.	251
RESUMEN 29. IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE AMILASAS POSIBLES DE SER UTILIZADAS COMO PROBIÓTICO. Gallegos Leyva E. A., Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.	253
RESUMEN 30. MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE LA PLANTA <i>Stevia rebaudiana Bertoni</i> . Tineo García L., Villaseñor López O. A., Gálvez Chan R. A. y Rivera Pacheco D. A.	254
RESUMEN 31. MULTIPLICACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA PLANTA <i>Gerbera jamesonii</i> . Tineo García L. y Valle Figueroa C. C.	256
RESUMEN 32. CUANTIFICACIÓN DE ISOTIOCIANATOS TOTALES EN EXTRACTOS DE SEMILLAS DE BRÓCOLI POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS. López García R. A., Campas Baypolí O. N., López Cervantes J., Sánchez Machado D. I. y Cantú Soto E. U.	258
RESUMEN 33. MULTIPLICACION <i>IN VITRO</i> DE LA PLANTA CARNÍVORA <i>Sarracenia spp.</i>	259

RESUMEN 34. PRESENCIA Y CONTROL DE GARRAPATA <i>Otobius megnini</i> EN BOVINOS EN AGOSTADERO DEL SUR DE SONORA. Rodríguez Vázquez J. E., Munguía Xóchihua J. A., Flores Rodríguez L. A., Reyna Granados J. R. y Hernández Chávez J. F.	261
RESUMEN 35. ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO DE DIEZ COMUNIDADES DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA. Anduro Jordán J. A., Cantú Soto E.U., Félix Fuentes A., Angulo Inzunza R. y López Beltrán R.	263
RESUMEN 36. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS EFECTOS ANTIMICROBIANOS DEL AJO, RÁBANO, CEBOLLA Y COL MORADA. Gálvez Chan R. A. y Gómez Ibarra O. H.	265
RESUMEN 37. AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE <i>Vibrio parahaemolyticus</i> EN PRODUCTOS DE LA PESCA POR LA TÉCNICA DEL N.M.P. (Serie 3-3-3). Flores Romo F. Z., Grijalva Matus J. A., Ramírez Martínez M., Lara A. E. y Martínez Molina S. M.	267
RESUMEN 38. ANÁLOGO DE FLAN BAJO EN AZÚCARES PARA INTOLERANTES A LA LACTOSA FORTIFICADO CON COMPLEJO B. González Encinas M. A., Navarro Gómez E. C., Ochoa Méndez G., Valenzuela Bobadilla B. A. y Wrrquijo Palma A. J.	269
RESUMEN 39. BEBIDA DEPORTIVA A BASE DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA PROVENIENTES DEL COCO. Signoret Fahl A. I., Leoni Martínez A., Arellano Peña J. A. y Padilla Barceló J. A.	271
RESUMEN 40. NITRATOS EN AGUA DE DRENAJE AGRÍCOLA DEL DR 063, GUASAVE, SIN. González Márquez L. C., Contreras Pérez L. A., Hansen Rodríguez I. R., Trigueros Salmerón A. y Rodríguez Gallegos H. B.	272
RESUMEN 41. ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE BACHATA (<i>Ziziphus obtusifolia</i>) Herrera Andrade M. H., Moreno Ramos O. H., Avitia Sánchez T. R. y Gastélum Mendivil J. M.	273
RESUMEN 42. EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA ADAPTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE COMPOSTA. Leyva Guerrero J., Cárdenas Leyva P., Urías Arellanes E., Mondaca Fernández I., Fuentes Colmeiro R., García Fernando O., Stanley E., Stocking M. y Murnaghan N.	275
RESUMEN 43. OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DEL ACEITE EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE <i>Camelina sativa</i> . Laurean Cota J. P., Mora Zamudio C. I., Armenta Anaya C. y Mondaca Fernández I.	277
RESUMEN 44. APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO (<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>) COMBINADO CON YESO AGRÍCOLA EN CHILE JALAPEÑO (<i>Capsicum annum</i>), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Ramírez Aguirre K., Guzmán Fierros E., Castro Espinoza, L., Mungarro Ibarra C. y Gutiérrez Coronado M. A.	279
RESUMEN 45. GENOTIPOS DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) EN CAMARÓN DE CULTIVO <i>Litopenaeus vannamei</i> EN EL CICLO 2012 DEL ESTADO DE SONORA, MÉXICO. Rodríguez Anaya L., González Galaviz R., Luna Badillo C. G e Ibarra Gámez J. C.	281

RESUMEN 46. VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR DE IDENTIFICACIÓN DE <i>Candidatus</i> Hepatobacter penaei EN CAMARÓN DE CULTIVO DEL ESTADO DE SONORA 2013. Ochoa Meza L. C., Ibarra Gámez J. C., Luna Badillo C. G., Rodríguez Anaya L. y Gonzáles Galaviz J.	282
RESUMEN 47. ESTUDIO DE <i>Listeria monocytogenes</i> EN ALIMENTOS CRUDOS Y COCINADOS DEL COMEDOR EL GALOPE DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA, CAMPUS CENTRO, EN EL PERIODO DE ENERO A AGOSTO DE 2013. Cabanillas Castro P. F., Cantú Soto E. U., Félix Fuentes A., Campas Baypoli O. N. y Delfín Sandoval A.	283
RESUMEN 48. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DEL POBLADO MARTE R. GÓMEZ Y TOBARITO, SONORA. Félix Rojas K. K., Angulo Inzunza R., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U. y Chávez Almanza A. F.	284
RESUMEN 49. BIODEGRADACIÓN SIMULTÁNEA DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y NITRATO EN UN REACTOR UASB EMPACADO CON CARBÓN ACTIVADO. Navarro Araujo L., Álvarez Valencia L. H., Meza Escalante E. R. y Gortares Moroyoqui P.	286
RESUMEN 50. EVALUACIÓN DEL USO DE YESO AGRÍCOLA COMO FUENTE DE CALCIO EN TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Armenta Aguilera Y., Guzmán Fierros E., Castro Espinoza L. y Gutiérrez Coronado M. A.	288
RESUMEN 51. EVALUACIÓN DE DISTINTOS PROBIÓTICOS MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA PARA REDUCIR LA CONCENTRACIÓN DEL NITRÓGENO AMONIAICAL EN TINAS DE MATERNIDAD DE CAMARÓN. Ojeda Itoh E., Angulo Inzunza R., Casillas Hernández R. y Muñoz Antillo A. R.	290
RESUMEN 52. EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN SISTEMA ACUAPÓNICO INTEGRANDO EL CULTIVO DE TILAPIA (<i>Oreochromis spp.</i>) Y PAK CHOI (<i>Brassica rapa</i>). González Ramírez N. D., Arellano Gil M., Mungarro Ibarra C., Peñuelas Rubio O. y Casillas Hernández R.	292
RESUMEN 53. AISLAMIENTO DE CEPAS DE <i>Bacillus spp.</i> PRODUCTORAS DE LIPASAS A PARTIR DE MUESTRAS DE AGUA Y SUELO. Ávalos Hernández J. A., Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.	294
RESUMEN 54. AISLAMIENTO DE CEPAS DE <i>Bacillus spp</i> PRODUCTORAS DE PROTEASAS A PARTIR DE MUESTRAS DE AGUA Y SUELO. Borbón Galaviz A., Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.	296

INTRODUCCIÓN

El primer Congreso Regional de Biotecnología y Ciencias Agroalimentarias se llevó a cabo en el año 2009, y posteriormente en el 2011 se realizó la transición al primer Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, y en este 2013 es su segunda edición.

El objetivo de este evento científico-académico permanece desde el inicio, siendo el de servir como un espacio para la difusión de la investigación e innovación en el área de la Biotecnología y las Ciencias Alimentarias.

Este congreso se organiza cada dos años bajo la coordinación del profesorado del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. En la organización del evento participan activamente docentes, investigadores, personal de apoyo, así como estudiantes de las carreras de Ingeniero Biotecnólogo y Licenciado en Tecnología de Alimentos de nuestra institución a través de las Sociedades de Alumnos.

La sede del evento fue el Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Náinari en Cd. Obregón, Sonora, y estamos seguros que todos los asistentes disfrutaron de los atractivos gastronómicos de nuestra región, así como de la calidez de nuestra gente.

Les agradecemos su interés en este evento y esperamos contar con su valiosa y activa participación en futuras ediciones de este Congreso.

Los Compiladores

ARTÍCULOS EN EXTENSO

ARTÍCULO 1.

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE AL MANEJO AGRONÓMICO CONVENCIONAL DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI.

Valenzuela Antelo J. L.^{1,2,*}, Estrada Alvarado M. I.¹, Gutiérrez Coronado M. A., Govaerts B.² y Verhulst N.²

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro Ciudad Obregón, Sonora

² Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Apdo. Postal 6-641, 06600, México, D.F., México. 6441505109, jorgeluisva13@hotmail.com

Palabras clave: Agricultura de conservación, Valle del Yaqui, Trigo

Introducción

Hoy en día la sociedad debe entender que la agricultura no solo debe ser producción con altos rendimientos; sino que además se debe buscar la sustentabilidad, manteniendo los suelos saludables evitando la degradación por el uso de agricultura intensiva. La agricultura tradicional en el Valle del Yaqui consiste en labrar el suelo antes de la siembra, provocando su deterioro el cual se refleja como la pérdida de productividad o de potencial de la tierra. Este proceso se inicia con la erosión y el abatimiento de materia orgánica por uso continuo y el nulo ejercicio de prácticas sustentables.

La agricultura de conservación (AC) cuenta con 3 principios fundamentales los cuales son perturbación mínima del suelo (sin labranza), cobertura del suelo con los residuos del cultivo anterior y la rotación de cultivos. Su principal objetivo es mantener y mejorar los rendimientos de los cultivos, favorecer la reacción del suelo contra la sequía y otros riesgos, así como estimular y proteger su funcionamiento biológico [1] (FAO, 2002); Promoviendo así la agricultura sustentable, entendiendo a ésta como la que optimiza el uso y conservación de los recursos del sistema de producción y mejora la economía de los agricultores. La utilización de maquinaria e implementos para laboreo generan gran parte de los costos de producción. En la labranza mínima las camas permanentes son reformadas al inicio del ciclo solo en caso de ser necesario, eliminando así gran parte de los costos por laboreo. De esta manera se ahorra en uso de maquinaria, combustible y tiempo.

El enfoque de este proyecto es investigar el efecto que tienen los principios de la agricultura de conservación sobre el rendimiento, rentabilidad y calidad de suelo en sistemas de trigo en el Valle del Yaqui, comparándolo con la agricultura convencional. Los resultados de esta investigación son una valiosa herramienta para entender la importancia de la agricultura de conservación en la producción de trigo a fin de obtener mayores rendimientos de grano, minimizar la labranza, reducir costos operacionales y a su vez disminuir el impacto de los contaminantes emitidos al medio ambiente producidos por el uso excesivo de maquinaria, destacando los 3 principios fundamentales de agricultura de conservación

Metodología

Este trabajo se realizó en un experimento que fue establecido en el verano del 2005 con siembra de sorgo en todo el ensayo, para después en el ciclo de invierno 2005/2006 comenzar con los tratamientos fijos. Este ensayo es la evaluación del establecimiento de

cultivo número 16 en tratamientos con 2 cultivos por año y 9 para cultivos anuales. El experimento se realizó en la estación de Investigación Centro Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), Ciudad Obregón, Estado de Sonora, México (Lat. 27.29° N, Lon.109.55° W, 38 m snm). El suelo es arcilla arenosa común, Chromic Haplotorrert (Hyposodic Vertisol (Calcaric, Chromic)), bajo en materia orgánica (<1%) y ligeramente alcalino (pH 7.7).

Se realizaron tratamientos con distintos niveles de: labranza, rotación de cultivos y manejo de paja, además posee sistema de riego por gravedad con un riego de presiembra y 4 riegos posteriores para trigo. El experimento cuenta con 17 tratamientos (tabla 1) en un diseño estadístico de bloques aleatorios completos de 2 repeticiones con 3 submuestras por parcela.

Tabla 1. Tratamientos experimentales

Número de tratamiento	Tratamiento	Labranza	Manejo de paja
1	Trigo-nada	Labranza convencional	Reincorporar toda la paja
2	Trigo-nada	Camas permanentes	Dejar toda la paja
3	Trigo-nada-cártamo-nada	Camas permanentes	Dejar toda la paja
4	Trigo-sorgo	Camas permanentes	Dejar toda la paja
5 y 6	Trigo-maíz	Labranza	Dejar toda la paja y quema*
7, 8 y 9	Trigo-maíz	Camas permanentes	Dejar toda la paja, parcial y quema*
10	Maíz-sorgo-garbanzo-nada	Camas permanentes	Dejar toda la paja
11	Garbanzo-nada-maíz-sorgo	Camas permanentes	Dejar toda la paja
12	Maíz-sorgo-trigo-nada	Camas permanentes	Dejar toda la paja
13	Trigo-nada-maíz-sorgo	Camas permanentes	Dejar toda la paja
14	Trigo-maíz-garbanzo-maíz	Camas permanentes	Dejar toda la paja
15	Garbanzo-maíz-trigo-maíz	Camas permanentes	Dejar toda la paja
16	Trigo-nada-cártamo-nada	Camas permanentes	Dejar toda la paja
17	Alfalfa	Camas permanentes	Dejar toda la paja

* Cada manejo de paja es un tratamiento diferente.

Los cultivos de maíz, sorgo, garbanzo y cártamo son sembrados a 1 hilera, el trigo a 2 hileras y la alfalfa de 2 y 3 hileras, utilizando camas de 0.80m. El manejo y variedades establecidas se describen en la tabla 2. La siembra de trigo se efectuó dentro de las fecha recomendada por el INIFAP (15 nov.-15 dic.) a excepción de los tratamientos que tenían sorgo como cultivo anterior (21 dic.). En el cultivo de trigo se aplicó un riego de presiembra y 4 riegos de auxilio. Se aplicaron en su momento distintos herbicidas e insecticidas dependiendo del tratamiento establecido.

Tabla 2. Descripción de los cultivos utilizados, tasa de siembra y fertilización.

Cultivo	Variedad	Tasa de semilla kg/ha (W, So, Sa, Ch y A). Semillas/m (M)	Fertilización (kg/ha)		
			Nitrógeno		fósforo
			Presiembra	1 ^{er} riego	
Trigo (W)	Movas c2009	120	103	175	52
Maíz invierno (M)	Garañón	8-10	103	200	52
Maíz verano (M)	H431	8-10	103	100	52
Sorgo (So)	Ambar	15	103	100	52
Cártamo (Sa)	Ciano Oleico	10-15	103	0	52
Garbanzo (Ch)	Blanco Sinaloa	100	103	0	52
Alfalfa (A)	Genex 9890	15-20	70	0	104

Los parámetros analizados de cultivo fueron realizados solamente en los tratamientos que tenían al trigo como cultivo actual. Se efectuó el conteo de plantas emergidas en un área, utilizando un marco con un área conocida, que se colocó en el medio de las 2 hileras de trigo para cuantificar el número de plantas/m². Se realizaron 6 mediciones de manera aleatoria por cada subparcela. El muestreo se realizó 7 días después de siembra. Se evaluó el índice de Vegetación Diferencial Normalizado con el equipo The GreenSeeker®. Este equipo utiliza la reflectancia del cultivo para calcular el NDVI utilizando una iluminación en la banda roja (650 ± 10 nm) y la banda del infrarrojo cercano (Near Infrared, NIR, 770 ± 15 nm) midiendo la fracción de la luz emitida por la superficie y la que regresa al sensor (reflectancia), de esta manera el equipo calcula el NDVI con la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{F_{NIR} - F_{RED}}{F_{NIR} + F_{RED}}$$

Dónde: F_{NIR} = Fracción de NIR emitida y regresada por la superficie registrada.

F_{RED} = Fracción de la banda roja emitida y regresada por la superficie registrada.

La toma de datos se efectuó una vez por semana en cada subparcela. Se tomando como base el centro de las 2 hileras de trigo y considerando un largo total de 15m (12 m²). La medición se realizó de tal manera que sensor estuviera a una altura perpendicular de .8 m sobre la superficie del cultivo. Debido a que se tuvieron distintas fechas de siembra; que afecto en el número y fecha de mediciones, se realizaron distintos grupos (G1, G2, G3) para su análisis estadístico en base a este factor. El G1 está integrado por los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 8 y 9, el G2 por 7 y 15 y el G3 por el 4 y 12 y se analizó el ciclo en 3 etapas: desarrollo de cultivo, espigamiento/reproducción y madurez/senescencia. El rendimiento se determinó con las muestras cosechadas de las 2 camas centrales (8 camas en total por tratamiento) considerándose un largo de 15m (12m²) en cada subparcela.

Los parámetros de suelo analizados fueron: la estructura de suelo en los aspectos de estructura y estabilidad de agregados. El tamizado en seco y húmedo se realizó en utilizándose la técnica descrita por Limón-Ortega *et al.* [2]. La resistencia a la penetración y el tiempo de encharcamiento se realizó conforme a la técnica descrita por Castellanos-Navarrete *et al.* [3].

El análisis de rentabilidad se calculó en base a la diferencia entre las ganancias de los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos menos los costos de producción de estos en un plazo de 2 años; utilizando el resumen de costos de cada cultivo proporcionado por Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).

El análisis estadístico se realizó usando en SAS 9.0. La diferencia entre medias de los tratamientos fue examinado por la prueba Tukey a nivel de 95% de significancia.

Resultados y discusión

En el número de plantas emergidas se encontró una diferencia significativa entre los distintos tratamientos, observándose una densidad de plantas mayor de hasta un 25% en el mejor tratamiento que contaba con camas permanentes en comparación con el más bajo de camas de labranza, a excepción de los que tenían paja de sorgo como residuo del cultivo anterior. Esta menor densidad entre los niveles de labranza se debió a que en los tratamientos con labranza, al momento de la siembra la humedad era muy poca, por lo fue necesario realizar una siembra más profunda para tener una humedad óptima, además de la pérdida de esta por movimiento de suelo para efectuar la siembra. La paja de sorgo como residuo se convirtió en una barrera física que no permitió la emergencia óptima de las plantas.

En el análisis de NDVI las diferencias estadísticamente significativas fueron solamente entre tratamientos con camas permanentes. En la etapa de reproducción solo se encontró diferencia significativamente mayor en el G1 entre las rotaciones trigo-nada-cártamo-nada con retención total de paja y trigo-maíz con retención parcial de paja. En la etapa de madurez se encontró diferencia significativamente mayor en el G1 entre el tratamiento el monocultivo de trigo y retención total de paja respecto rotación trigo-maíz de camas permanentes con quema y retención parcial de paja. En el G3 en la etapa de reproducción se encontró que la rotación trigo-sorgo obtuvo valores significativamente mayores NDVI que trigo-nada-maíz-sorgo, estos resultados son similares a los obtenidos por Govaerts *et al.* [4].

Los rendimientos obtenidos no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos que contaban con camas permanentes, mientras que los de camas con labranza convencional si presentaron diferencia significativa donde hubo diversificación de cultivos o donde no se realizaba, obteniéndose mayor rendimiento en la rotación trigo-maíz. El tratamiento con el rendimiento más alto lo presento con rotación trigo-nada-garbanzo-maíz, camas permanentes y retención total de paja con un promedio de 7.4 toneladas/hectárea, el rendimiento más bajo fue el tratamiento con monocultivo de trigo, camas con labranza y reincorporación de paja con un promedio de 5 toneladas/hectárea. Los rendimientos fueron mayores en camas permanentes que en convencionales debido al mantillo dejado sobre la superficie que sirvió como reservorio para el agua al reducir la tasa de evaporación; principalmente en los primeros centímetros del perfil minimizando los efectos del estrés hídrico por periodos cortos. El rendimiento se vio afectado positivamente en donde se realizaba diversificación de cultivos, ya que los más altos se presentaron al tenerse alternancia de trigo con otros cultivos, principalmente en los tratamientos con camas convencionales; resultados similares fueron encontrados por Carrillo-García *et al.* [5].

El diámetro medio ponderado (MWD) de los agregados en seco y húmedo se ven afectados por las prácticas de labranza y la rotación de cultivos, observándose valores mayores de MWD en los tratamientos donde se utilizan camas permanentes, diversificación de cultivos y retención total de paja. En el tamizado en seco se observa que los valores más altos de MWD se obtuvieron en los tratamientos que contaban con camas permanentes y retención total de residuos de paja de sorgo o de maíz. El valor más alto de MWD lo obtuvo el tratamiento con camas permanentes, retención total de paja y rotación trigo-sorgo (2.49mm), el tratamiento con camas permanentes, retención total de paja y rotación trigo-nada-cártamo-nada (0.909mm) fue el que obtuvo el valor más bajo. En el tamizado en húmedo no hubo diferencia significativa entre un gran número de tratamientos obteniendo valores muy similares. El valor más alto de MWD lo presentó el tratamiento con rotación trigo-sorgo con camas permanentes y retención total de paja (1.20mm), mientras que el valor más bajo lo presentó el tratamiento con monocultivo de trigo, camas convencionales y retención/reincorporación de paja (0.46mm). El establecimiento de un cultivo en verano presentó un incremento en el MWD al compararse con los tratamientos donde se tenía solamente cultivo de invierno. Debido a que los cultivos de verano como sorgo/maíz proporcionan al suelo una gran cantidad de residuos los cuales favorecen la agregación del suelo por actividad microbiana; además de afectar la estabilidad de los agregados [6].

La resistencia a la penetración (RP) de los tratamientos con labranza fue menor en todas las mediciones en comparación con las camas permanentes, principalmente en el la parte superior del perfil (0-15cm) por el movimiento de suelo que realizan los implementos de labranza que rompe la compactación, voltea el suelo, desbarata los terrones y reincorpora el rastrojo en el perfil. Los resultados obtenidos son similares a los de Vázquez *et al.* [7], donde encontró que la densidad de aparente y la RP aumentan en la labranza mínima en comparación con la labranza convencional después de 8 años de realizar dichas prácticas. La RP presentó casi el mismo comportamiento, siendo el perfil de 15-30 cm el de mayor compactación en gran parte de los tratamientos, sin embargo las camas permanentes presentaron mayor compactación por el tráfico de maquinaria [7].

El tiempo de encharcamiento (TTP) fue superior en los tratamientos con camas permanentes, retención total de paja y parcial, a excepción del monocultivo de trigo y la rotación trigo-nada-cártamo-nada que presentaron valores significativamente más bajos, comparable a los valores obtenidos donde se realizaba labranza y los tratamientos con quema de residuos que tuvieron el menor TTP. El mayor valor de tiempo de encharcamiento fue obtenido por el tratamiento con camas permanentes, rotación trigo-sorgo y retención total de la paja con un promedio de 56.6s, el resultado más bajo se presentó al usar camas convencionales, monocultivo de trigo y reincorporación de paja con un promedio de 8.9s. El TTP se vio claramente influido por la cantidad de residuos que se tenían en la superficie, los cuales absorbían el agua antes de que llegara al suelo, deteniendo el impacto directo del agua contra el suelo; provocando una infiltración más lenta conforme caía de la paja [8].

La rentabilidad en los tratamientos fue superior en los tratamientos con camas permanentes en comparación donde se realiza labranza convencional. Los tratamientos con monocultivo de trigo y la rotación trigo-maíz con retención total y quema de paja implantándose camas permanentes presentaron una rentabilidad de 6.3, 2.37 y 2.5 veces más alta respectivamente que su contraparte de camas con labranza. Rendimientos más

altos en la agricultura de conservación o donde se utiliza uno de los principios de esta aunados al uso de labranza mínima, son factores que afectan positivamente la rentabilidad de los cultivos, generando mayores ingresos para los productores.

Conclusión

Parámetros del suelo como la RP demostraron no tener valores suficientemente elevados como para al afectar el cultivo. La estructura del suelo en aspectos como tamaño y distribución de agregados presento un MWD mayor en donde se tenía retención total de paja de sorgo o maíz. El TTP fue claramente afectado por el empleo de AC observándose valores notoriamente más altos comparados con el manejo agronómico tradicional. Los parámetros de planta también fueron afectados muy claramente al verse la AC aplicada. El número de plantas/m², el desarrollo de cultivo y rendimiento tuvieron valores más elevados respecto al manejo agronómico tradicional. El aspecto más importante para los productores, la rentabilidad mostro valores más altos donde se tenían camas permanentes, ya que rendimientos más altos y costos de producciones más bajos, permitió ser más rentables; inclusive si solo se establecía un cultivo por año.

Bibliografía

- [1] FAO. (2002). Agricultura de conservación, estudio de casos en América Latina y África. Boletín de suelos de la FAO.
- [2] Limón-Ortega, A., Govaerts, B., Deckers, J, Sayre, K. (2006). Soil aggregate and microbial biomass in a permanent bed wheat-maize planting system after 12 years. *Field Crop Res* 97, pp. 302–309.
- [3] Castellanos-Navarrete, A, Fonteyne, S., Govaerts, B., Verhulst, N. (2012). Penetration resistance. How to evaluate cropping management practices; a cook book. CIMMYT, México, D.F., México.
- [4] Govaerts, B., Sayre, K., Ceballos-Ramírez, J., Luna-Guido, M., Limón-Ortega, A., Deckers, J., Dendooven, L. (2006). Conventionally tilled and permanent raised beds with different crop residue management: effects on soil C and N dynamics. *Plant and Soil* 280, pp.143-155.
- [5] Carrillo-García, A., Trethowan, R., Möller, C., Govaerts, B., Verhulst, N. (2009). Conservation agriculture for sustainable irrigated wheat production in the Yaqui Valley of north-western Mexico.
- [6] Guggenberger, G., Elliott, E., Frey, S., Six, J., Paustian, K. (1999). Microbial contributions to the aggregation of a cultivated grassland soil amended with starch. *Soil Biol. Biochem.* Volumen 31, pp. 407-419.
- [7] Vázquez, L., Myhrea, D., Hanlona, E., Gallaher, R. (1991). Soil penetrometer resistance and bulk density relationships after long-term no tillage. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* Volumen 22, temas 19-20, pp. 2101-2117
- [8] Jordán, A., Zavala, L., Gila, J. (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *CATENA*, Volumen 81, edición 1, pp. 77–85.

ARTÍCULO 2. BIOFERMENTOS DE ELABORACIÓN ARTESANAL COMO OPCIÓN TECNOLÓGICA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN PEQUEÑOS PRODUCTORES.

Zagoya Martínez J.¹, Ocampo Mendoza J.¹, Ocampo Fletes I.¹, Macías López A.¹ y
De La Rosa Peñaloza P.²

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera Federal México-
Puebla, Boulevard Forjadores, C.P. 72760, Puebla, Pue. (222) 285 14 42.

²Escuela de Agronomía, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. 21 Sur
1103 Barrio Santiago C.P. 72410, Puebla, Pue. (222) 229 94 00.
joakozagoya@hotmail.com

Palabras clave: *Zea mays*, biofertilizante, abono líquido fermentado.

Introducción

La capacidad de cultivar alimentos cambió el modo de vida del ser humano, los continuos avances que se han dado en el campo de la agronomía (agricultura convencional) contribuyeron a la obtención de mayores rendimientos. Sin embargo, este adelanto ha experimentado abuso de tecnologías originadas de la revolución verde, causando daños en el ambiente y los recursos, provocando crisis ecológica y social. El uso de fertilizantes químicos en la agricultura ha sido la fuente principal de nutrientes para las plantas, a pesar de tener desventajas como la baja eficiencia ($\leq 50\%$) para ser asimilados por los cultivos, así como la contaminación ambiental que genera su uso y aplicación inadecuada [1]. El suelo es el recurso con mayores problemas de degradación física, química y biológica, generada como consecuencia de las diversas actividades que realizan los grupos humanos. A nivel mundial se estima que la degradación de suelos afecta a casi dos mil millones de hectáreas, de las cuales 28% esta relacionado a las actividades agrícolas [2]. En México el territorio nacional comprende 198 millones de hectáreas, donde 15% son tierras agrícolas y 58% terrenos de agostadero y apacentamiento, lo que significa que la actividad agropecuaria se realiza en aproximadamente 145 millones de hectáreas, distribuidas en diversos ecosistemas del país, permitiendo una diversidad de la producción. Sin embargo, alrededor del 68% de los suelos agropecuarios con potencial productivo presenta algún grado de degradación, lo cual trae como consecuencia la pérdida de fertilidad y bajos rendimientos. Está situación aunada a que 80% de los productores agrícolas del país poseen predios menores a cinco hectáreas, y cuya producción la destinan en mayor parte a satisfacer parcialmente sus necesidades alimenticias, genera inseguridad alimentaria, pobreza, emigración y abandono de las tierras de cultivo en zonas rurales. Por otra parte, el cultivo de maíz es una de las herencias culturales más ricas y antiguas de México. La población rural se estima en 23.5% del total, la cual tiene como base de su alimentación a este grano. No obstante está relevancia para la población mexicana, existe un déficit promedio (periodo 2009-2011) de 3.7 y 80% en maíz blanco y amarillo respectivamente, generando desabasto no solo en zonas urbanas, sino también para la población rural [3]. Otro de los problemas es el alto costo de producción, provocado en cierta medida por la aplicación de altas dosis de fertilización, que a la vez genera deterioro en el suelo. Lo que demanda nuevas prácticas orientadas a buscar la sustentabilidad del manejo de suelo agrícola, siendo una alternativa efectiva los abonos orgánicos. Los biofermentos líquidos de elaboración artesanal (bio), podrían ser una opción, ya que son producto de un proceso de

fermentación de materiales orgánicos; el cual se origina a partir de la actividad microbiológica, donde los materiales utilizados son transformados en minerales, vitaminas, aminoácidos, antibióticos y en algunos casos en reguladores de crecimiento. Se elaboran de manera sencilla, con materiales existentes en la región y pueden utilizarse en diversas actividades agronómicas que necesitan un mínimo costo. Los biofermentos líquidos más allá de nutrir eficientemente los cultivos a través de los nutrientes de origen mineral quelatados, se convierten en un inóculo microbiano que permite restaurar el equilibrio del agroecosistema [4]. El objetivo de este trabajo es demostrar el efecto productivo que tienen un biofermento de elaboración artesanal en el cultivo de maíz.

Metodología

El estudio se realizó en el ciclo agrícola primavera/verano de 2012, bajo condiciones de temporal en el municipio de San Felipe Teotlalcingo, Estado de Puebla, ubicado entre 19°11'24"y 19°15'36" longitud norte, con altitud de 2500 msnm (figura 1). El tipo de clima es C(w2), definido como templado-subhúmedo, con lluvias en verano; precipitación media anual de 1092 mm y temperatura media anual de 13.2° C.

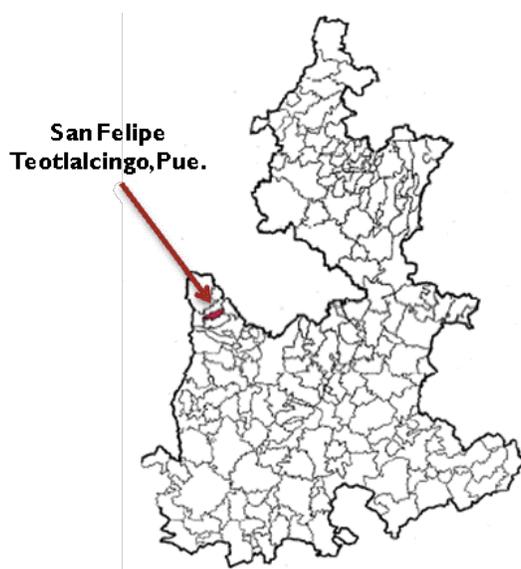


Figura 1. Ubicación geográfica de San Felipe Teotlalcingo, Pue.

La parcela experimental se instaló en el predio conocido como “El Fraile”, propiedad de un productor cooperante, presentando las siguientes características en suelo: textura arena migajosa; pH 6.42 (ácido); materia orgánica 1.62% (medianamente pobre); nitrógeno 0.22% (medianamente rico); fósforo 12.8 mg kg⁻¹ (medio); potasio 1.28 meq 100 gr⁻¹ (muy rico). Se utilizó semilla criolla de maíz amarillo de la misma comunidad. El biofermento empleado se elaboró con los siguientes componentes de acuerdo con la tabla 1, y posteriormente se dejó en fermentación anaeróbica por 45 días utilizando un biodigestor tipo batch. Transcurrido este tiempo se muestreó el biofermento y posteriormente se realizó un análisis fisicoquímico (Laboratorio de química de suelos del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo); para determinar: pH, conductividad eléctrica (CE) y el contenido total de: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y hierro (Fe). Los tratamientos en estudio fueron: aplicación foliar de biofermento artesanal en dos concentraciones 15 y 45% durante la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo de maíz, más un testigo (cero fertilización). Los tratamientos con biofermento artesanal

consistieron en aplicaciones foliares, iniciando quince días después de emergidas las plantas, posteriormente se repitió la aplicación cada quince días hasta completar un total de cinco. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La preparación del terreno, siembra y labores de cultivo se realizó conforme a la tecnología y prácticas utilizadas en la región. Empleando maquinaria agrícola

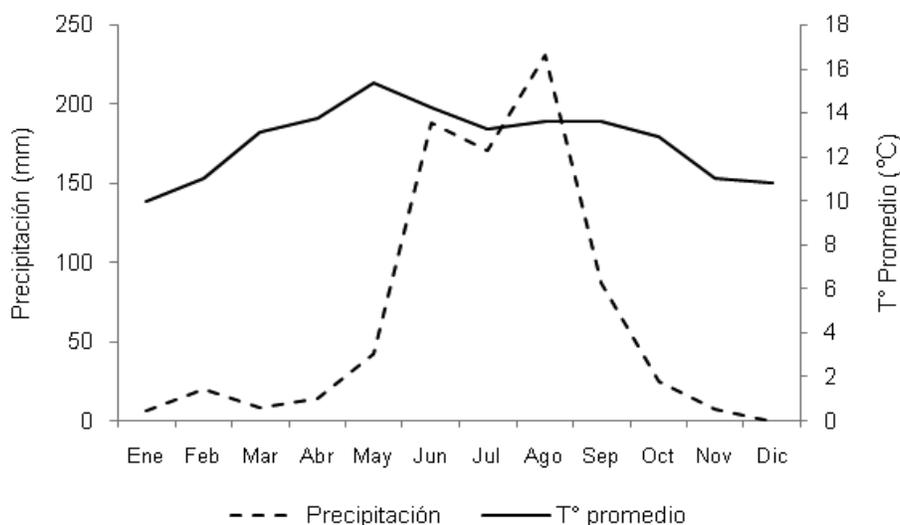
para las labores de barbecho, rastra y surcado. La siembra se efectuó a tapa pie, el 18 de abril de 2012, colocando tres semillas por mata, teniendo una separación de 0.65 m entre ellas y 0.85 m entre surcos, equivalente a una densidad aproximada de $50 \cdot 10^3$ plantas ha^{-1} , cada unidad experimental constó de cuatro surcos, con una longitud de cinco m. Las labores de cultivo se efectuaron con tracción animal (yunta). Se realizaron dos labores al cultivo, mismas que sirvieron para el manejo de arvenses. No se aplicaron productos agroquímicos para el control de plagas o enfermedades. La cosecha se realizó el día 13 de noviembre de 2012. Con la finalidad de evaluar los tratamientos se midieron peso de mazorca $planta^{-1}$, peso de grano $mazorca^{-1}$, y rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad y al 20% de rendimiento comercial [5]. Los surcos centrales fueron utilizados para la evaluación. Al finalizar la medición de las variables, se procedió a la ordenación y estudio de datos mediante análisis de varianza y separación de medias con prueba de Tukey al 5%; además se realizó un modelo de regresión lineal utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS).

Tabla 1. Componentes y cantidades utilizados para la preparación del biofermento anaeróbico artesanal.

Biofermento	
Componente	Cantidad
Estiércol fresco bovino	50 kg
Levadura fresca de panificación	400 g
Ceniza	4 kg
Melaza	2 kg
Leche	2 L
Agua	144 L

Resultados y discusión

Durante el ciclo de cultivo primavera/verano (abril/octubre) 2012, la precipitación promedio mensual fue de 108.51 mm, registrándose la mayor en el mes de agosto (231.00 mm) y la menor en abril (15.00 mm). En cuanto a la temperatura media mensual, mayo registró la más alta con 15.70 °C; en tanto que a partir de octubre las temperaturas bajaron hasta los 12.94 °C. Las condiciones climáticas durante el ciclo de cultivo fueron aceptables, para un buen desarrollo del cultivo (figura 2).



Fuente: Elaboración propia con datos de UPAEP-FUPPUE-CNA (www.climapuebla.org.mx)

Figura 2. Temperatura media mensual y precipitación año 2012.

Los resultados del análisis al biofermento artesanal se detallan en la tabla 2. El pH fue moderadamente ácido (5.41). La CE tuvo un valor de $8.34 \text{ mmhos cm}^{-1}$. En nitrógeno (0.48%), fósforo (28 mg L^{-1}) y hierro (8.3 mg L^{-1}) presentó valores bajos. En calcio (978 mg L^{-1}), magnesio (348 mg L^{-1}) y potasio (1651 mg L^{-1}), los valores se encuentran en un rango aceptable. Se observa que existen diferencias en las características fisicoquímicas. Estas variaciones pueden ser explicadas por factores que van desde la forma de elaboración, los ingredientes utilizados, el tiempo de fermentación, los procesos y reacciones dentro del biodigestor, así como las condiciones de temperatura, oxígeno y pH [6]. En la tabla 3, se muestra el promedio obtenido de la medición de variables en estudio, donde los datos relevantes son: en peso de mazorca planta^{-1} , existió diferencias significativas entre los tratamientos. Bio 45% fue superior (148.75 g), seguido por el testigo (133.75 g). El menor valor lo obtuvo bio 15% (130.00 g). En este sentido, no se encontraron otros estudios relacionados a esta variable con el uso de biofermentos artesanales. Sin embargo, el desarrollo de la mazorca, está determinado fuertemente por la disponibilidad inmediata de nutrientes, especialmente de nitrógeno, el cual está vinculado a la producción de biomasa. Por lo que al aumentar la dosis de aplicación de biofermentos, podría corresponder a un incremento en la cantidad de nitrógeno aportado por estos [7].

Tabla 2. Características fisicoquímicas de biofermento artesanal.

Biofermento	
Ph	5.41
*CE (mmhos cm ⁻¹)	8.34
Nitrógeno total (%)	0.48
Fósforo total (mg L ⁻¹)	28
Potasio total (mg L ⁻¹)	1651
Calcio total (mg L ⁻¹)	978
Magnesio total (mg L ⁻¹)	348
Fierro total (mg L ⁻¹)	8.3

*CE: conductividad eléctrica

Tabla 3. Efecto promedio en maíz amarillo de biofermento artesanal en peso de mazorca planta⁻¹, peso de grano mazorca⁻¹ y rendimiento de grano.

Tratamientos	Peso de mazorca planta ⁻¹ (g)	Peso de grano mazorca ⁻¹ (g)	Rendimiento de grano (t ha ⁻¹)
Bio 15%	130.00 b	106.75 b	2.09 b
Bio 45%	148.75 a	131.50 a	2.58 a
Testigo	133.75 ab	111.75 b	2.19 b

Valores con la misma letra dentro de filas, son estadísticamente iguales con base a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

Para el caso de peso de grano mazorca⁻¹, de igual modo se presentaron diferencias significativas. Bio 45% sobresalió (131.50 g), seguido por testigo (111.75 g) y bio 15% (106.75 g). En rendimiento de grano destacó bio 45% (2.58 t ha⁻¹), seguido por el testigo (2.19 t ha⁻¹). El menor valor lo obtuvo el bio 15% con 2.09 t ha⁻¹. En este sentido, el peso de grano esta determinado por la variedad utilizada, la biomasa sintetizada y las condiciones de traslocación de carbohidratos; lo que a su vez, esta determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas y tallos; así mismo, como la disponibilidad de nutrimentos y agua durante el llenado del grano [8]. Es evidente el buen desempeño del testigo, a causa de las condiciones edáficas, existentes en este ensayo (figura 3). El análisis de regresión efectuado, con la concentración de biofermento aplicado de los tratamientos arrojaron los siguiente resultados: en peso mazorca planta⁻¹, la ecuación de regresión calculada fue $y = 0.375(\% \text{bio}) + 130$, lo que significa, que por cada unidad de aumento en el porcentaje de bio aplicado, se obtiene un incremento de 0.37 g. En peso grano mazorca⁻¹, la ecuación de regresión fue $y = 0.494(\% \text{bio}) + 106.79$, indicando, que por cada unidad de aumento en el porcentaje de bio aplicado, se logra un aumento de 0.49 g. Finalmente en el caso del rendimiento, la ecuación de regresión fue $y = 0.0097(\% \text{bio}) + 2.09$, mostrando, que por cada unidad de aumento en el porcentaje de bio aplicado, se obtiene un incremento de 9.7 kg ha⁻¹ (figura 4). Al momento de realizar este trabajo de investigación, no se encontraron otros estudios que hayan realizado un modelo de regresión con el uso de biofermentos de elaboración artesanal, por lo cual no existió la posibilidad de comparar con otros trabajos.

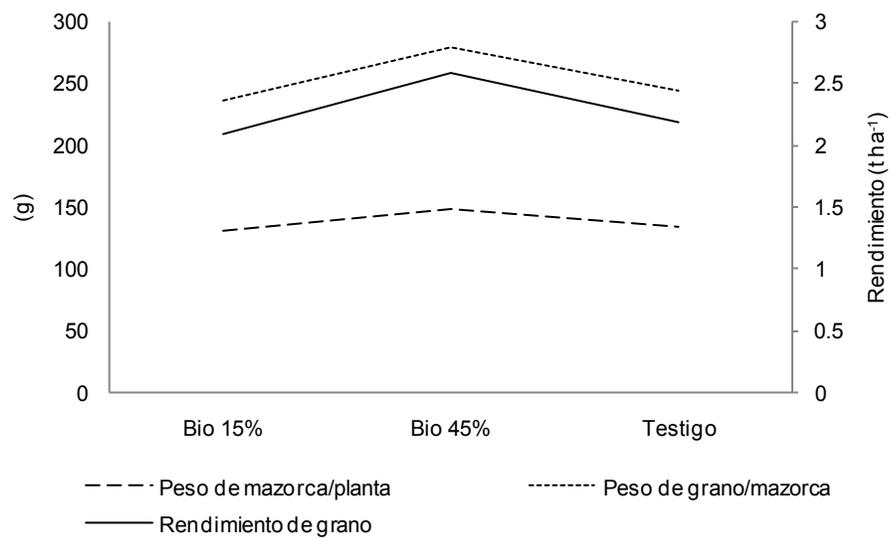


Figura 3. Efecto promedio en maíz amarillo de biofermento artesanal en peso de mazorca planta⁻¹, peso de grano mazorca⁻¹ y rendimiento de grano.

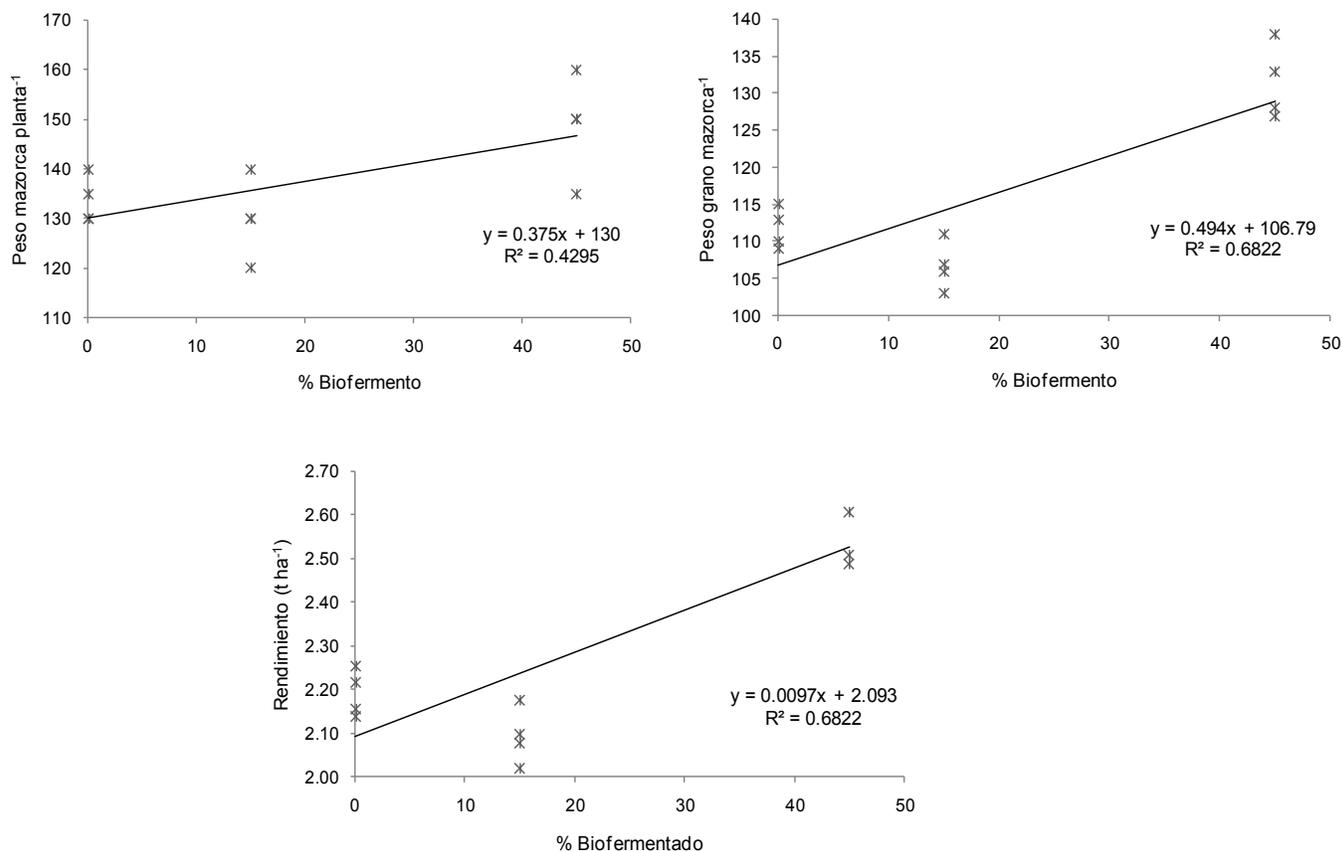


Figura 4. Relación de concentración de biofermento artesanal aplicado a maíz amarillo sobre el comportamiento de tratamientos en peso de mazorca planta⁻¹, peso de grano mazorca⁻¹ y rendimiento de grano.

Conclusiones

Los resultados reflejan un efecto del biofermento artesanal en las plantas de maíz en lo que respecta a las variables estudiadas. Es notorio que, el empleo del biofertilizante artesanal puede disminuir el uso de fertilizantes químicos, contribuyendo a un ahorro económico y a la utilización de recursos disponibles en la región. De igual modo es evidente la falta de información científica y especializada en biofermentos artesanales aplicados al cultivo de maíz, por lo que habría de continuar estudiándolos, para precisar más sobre su uso y aplicación.

Bibliografía

- [1] Castro L, I., F. Gavi R., J. J. Peña C., R. Núñez E. y J. D. 2006. Etchevers B. Eficiencia de recuperación de N y K de tres fertilizantes de lenta liberación. TERRA Latinoamericana, 24:277-282 pp.
- [2] Gomero O, L. y Velásquez A, H. 1999. Manejo ecológico de suelos. Conceptos, Experiencias y Técnicas. Red de Acción de Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). En línea: http://www.cepes.org.pe/pdf/manejo_ecologico_de_suelos.pdf. Consultado en noviembre de 2012.
- [3] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2013. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012. En línea: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Panorama_Seguridad_Alimentaria.pdf. Consultado en mayo de 2013.

- [4] Armenta B, A. D., C. García G., J. R. Camacho B., J., M. Á. Apodaca S., L. Gerardo M., y E. Nava P. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*. 6: 51-56 pp.
- [5] IBPGR. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City / International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
http://www.maizegdb.org/CIMMYT_IPGRI_descriptors_maize.pdf. Consultado: 03 de febrero de 2012.
- [6] Ito, S. 2006. Caracterización y evaluación de los factores que determinan la calidad nutricional e inocuidad en la producción de fertilizantes orgánicos fermentados. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 24-69 pp.
- [7] Matheus L., E., J. 2004. Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Bioagro*. 16:219-224 pp.
- [8] Cantarero H, R. J., y Martínez T, O. A. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizante (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad NB6. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Agraria Managua – Nicaragua. 120p

ARTÍCULO 3.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO Y UN SISTEMA HIDROPÓNICO EN NFT PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE ACE.

Ibarra Covarrubias K. E., Félix Ortega O., Arellano Gil M. y Casillas Hernández R.

5 de febrero No. 818 sur, CP: 85000 laboratorios de acuicultura,
4109000 ext. 2120 karim.ibaac@gmail.com

Palabras clave: Acuapónico, Hidropónico, *Biobarrels*.

Introducción

Los sistemas acuícolas generan continuamente grandes cantidades de desechos. A partir del aprovechamiento de los efluentes de un sistema acuícola, se puede obtener otro cultivo que genere a su vez una ganancia adicional. Esto ya se ha desarrollado durante muchos años; comenzó con la creación de “plantas de tratamiento” a partir de humedales, en donde se les hacían llegar los efluentes para que las plantas procesaran el agua [1]. *Acuaponia* es el nombre que se da a la integración de la acuicultura y la hidroponía. La acuaponía es el cultivo de peces y plantas en un sistema de recirculación cerrado. Esta actividad está ganando atención como un sistema biointegrado de producción de alimentos, y que podría realizarse en los sistemas de circulación cerrados de acuicultura [2]. El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta fisiológica del tomate utilizando un sistema acuaponico e hidropónico en NFT para conocer la eficiencia de los sistemas.

Metodología

Instalación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el edificio de acuicultura del Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora. Las semillas de tomate ACE (Germinal®) fueron sembradas empleando como sustrato sunshine Peat moss® durante 22 días en charola de germinación. Fueron trasplantadas 12 plantas por cada bloque manera aleatoria al sistema vegetal. Sistema vegetal: utiliza el método NFT (Nutrient Film Technique) que consiste en 6 bloques de PVC con un tanque de solución acuapónica y un tanque de solución hidropónica. Para el tratamiento 1 se llevó a cabo una recirculación de agua a 3 bloques que fueron utilizados con solución acuapónica proveniente del biofiltro del sistema acuícola. De igual manera se utilizaron 3 bloques para el tratamiento 2 utilizando una solución nutritiva (hidropónica). Sistema acuícola: Consiste en 2 tanques para la crianza de 150 tilapias (*Oreochromis* spp.) cada uno, 2 sedimentadores para la separación de sólidos y un biofiltro con constante aireación conteniendo *Bio-Barrels* para el desarrollo de bacterias nitrificantes. En la figura 1 se esquematiza el montaje del experimento. La alimentación de los peces fue llevada a cabo diariamente con purina Nutripec®.

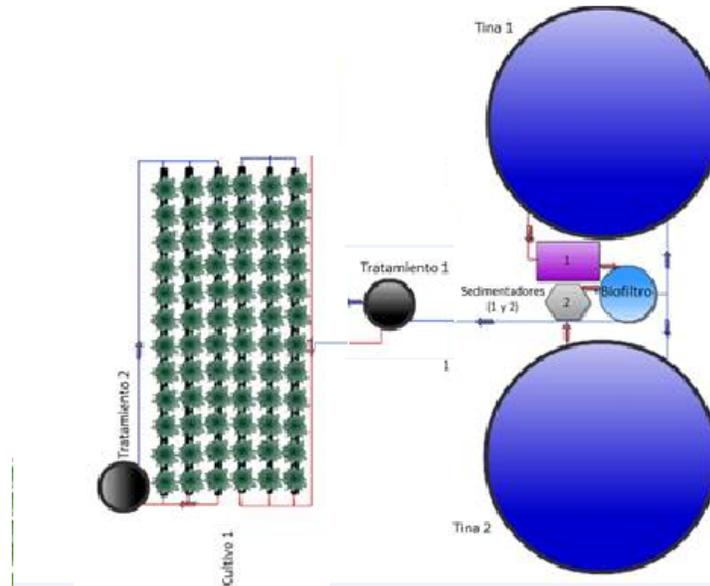


Figura 1. Representación gráfica del experimento: Sistema vegetal (cultivo tomate) conformado por Tratamiento 1: Sistema acuapónico, Tratamiento2: Sistema hidropónico. Sistema Acuícola (*Fish farm*): Tina 1 y 2, biofiltro y sedimentadores 1 y 2.

Monitoreo de variables

Las variables monitoreadas diariamente fueron: humedad y temperatura (temp) del ambiente, conductividad eléctrica (Ce) y pH a los siguientes: tratamiento 1 y 2, biofiltro y tanques del sistema acuícola. Se determinó oxígeno disuelto (Ox) diariamente a los 2 tanques del sistema acuícola y a su biofiltro. Se tomaron biometrías de altura, número de horas, clorofila y luz a las plantas una vez por semana. Fueron añadidas algas y sulfato ferroso a las plantas, 5 aspersiones por planta cada semana. El intercambio de agua del tratamiento 1 se llevó a cabo cada semana. Se tomó una muestra de agua al inicio, intermedio y final del tratamiento 1, tratamiento 2, de los tanques y biofiltro del sistema acuícola para realizar análisis nutrimental.

Terminación del experimento

El experimento se finalizó a las 7 semanas tomando los siguientes parámetros: clorofila, altura final, peso aéreo, longitud, el volumen y peso radical para cada planta. Se tomaron fotografías a cada planta acomodando las hojas a analizar sobre fondo blanco para la determinación del área foliar utilizando programas ImageJ®. Posteriormente se separó la parte aérea y radical en bolsas de papel para la determinación del peso seco utilizando un horno seco por 72 horas a 70° centígrados. El análisis nutrimental de agua en las muestras del sistema vegetal y acuícola fue utilizado el Fotómetro YSI® de acuerdo a sus especificaciones para la determinación de los siguientes macronutrientes y micronutrientes: nitritos, nitratos, amonios, fosfatos, potasio, calcio, magnesio, manganeso y hierro.

Resultados

Biometría del sistema acuícola

La biomasa de tilapia (*Oreochromis spp*) se muestra en la tabla 1. Los valores de producción en el sistema acuícola con un lapso de 7 semanas tuvieron un índice de supervivencia de 95%. El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de 1.75 de alimento por un kilogramo de biomasa ganada y su tasa de crecimiento fue de 2.139. Tjaša Griessler Bulc [3] publicó un FCA de 2.63 con 0.45-1.05 kg en promedio por pez, esto es debido a que se utilizó carpa y su tasa de crecimiento es de 0.23 % por día del peso total del pez.

Tabla 1. Valores de producción de tilapia (*Oreochromis spp*) en un sistema acuícola de recirculación durante el cultivo de Tomate variedad Ace

Tanque	Biomasa Inicial	Biomasa Final	Densidad de cultivo (No/m ³)	Tasa de crecimiento (gr/día)	FCA	Supervivencia (%)
1	20.08	26.35	87	2.63	1.8	93.5
2	20.809	24.491	83	1.64	1.7	96.6
Promedio	20.499	25.422	85	2.139	1.75	95.1

Los parámetros monitoreados del sistema acuícola se expresan en la tabla 2. La temperatura promedio se mantuvo de 30° para los tanques y 26.8° para el biofiltro. Los tanques tuvieron una oxigenación promedio de 4.29 mg/l y el biofiltro de 5.3 mg/l.

Tabla 2. Variables monitoreadas del sistema acuícola

	Tanque 1	Tanque 2	Biofiltro
Temp ° C	27,47	32,61	26,8
Ox (mg/lt)	4,63	3,95	5,3
CE (us/cm ³)	548,67	554,72	559,98
pH	7,02	7,06	7,12

Sistema vegetal

La clorofila es una variable importante para el desarrollo de la planta ya que de ella depende la absorción de luz. La medición de clorofila se llevó a cabo semanalmente en unidades Spad. Posteriormente de la instalación del sistema vegetal son cuando se tomaron las primeras mediciones de clorofila como se muestra en la figura 2.

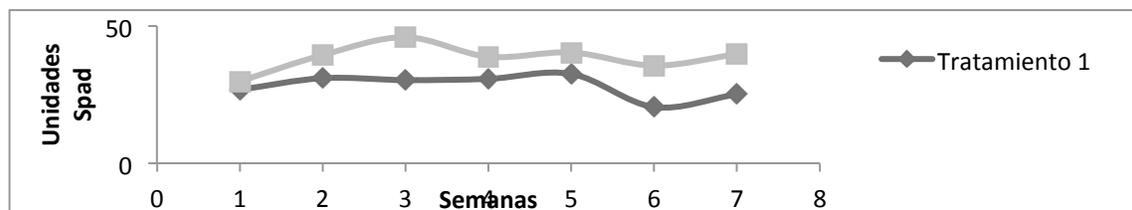


Figura 2. Medias de clorofila obtenidas por semana del sistema vegetal.

El tratamiento 2 (acuapónico) tuvo un mejor resultado que el tratamiento 1 (hidropónico) donde se encuentra una diferencia significativa de 5% según la prueba LSD.

Número de hojas

Los resultados obtenidos tuvieron una diferencia significativa ya que tuvo un mayor número de hojas el tratamiento 2 como se muestra en la figura 3.

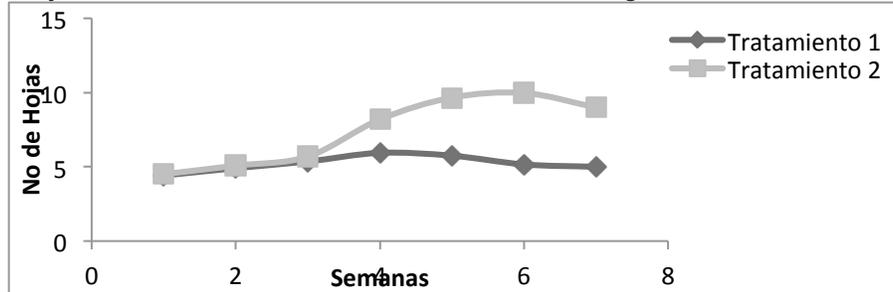


Figura 3. Número de hojas para ambos tratamientos semanalmente.

Luz

Durante el experimento la luz se mantuvo entre los 5000 y 1000 luxes para ambos tratamientos.

Peso y altura de la parte aérea

Peso aéreo

Para los 2 tratamientos el peso aéreo se determinó en la terminación del experimento. El peso del área foliar es una respuesta fisiológica de una técnica de cultivo. En el tratamiento 1 (acuapónico) presentó una media de 2.06 y en el tratamiento 2 (hidropónico) su media fue de 15.51, con el cual se confirma con la prueba LSD con un 5% de significancia el cual nos dice que existe una diferencia significativa para ambos tratamientos. Afsharipoora y colaboradores [4] reportaron una media del peso aéreo de 13 gr en su sistema acuapónico esto puede ser debido al tipo de cultivo utilizado.

Altura de la parte aérea. Como resultado de la altura de la planta existe una diferencia significativa con una media de 67.02 en el tratamiento 2 (hidropónico) y una media de 15.5 en el tratamiento 1 (acuapónico). De acuerdo con Afsharipoor y col. [4], publicó resultados en el sistema acuapónico fue de 20 y 35 cm en el hidropónico, al igual que en el presente trabajo.

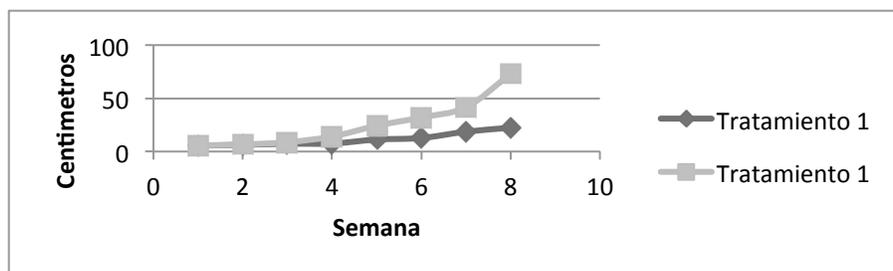


Figura 4. Muestra el crecimiento de la planta para ambos tratamientos a través del tiempo.

Área foliar

El resultado del área foliar muestran una diferencia altamente significativa con una media del tratamiento 1 (acuapónico) de 27.6 y para el tratamiento hidropónico es de 196.3 cm². De acuerdo con Stephen Goddard [5] su media para el área foliar en tomate fue de 9.33 cm² la variación se debe a una ligera concentración de salinidad en el agua.

Conclusión

Teniendo los resultados del experimento evaluados tanto el tratamiento 1 acuapónico, como el tratamiento 2 hidropónico, se concluye que ambos son capaces de generar cultivos de calidad y de una manera rentable. Aunque los mejores resultados se presentaron en el tratamiento 2, el tratamiento 1 fue capaz de generar cultivos de calidad con una rendimiento menor pero con una mejor sustento ya que genera los nutrientes que el cultivo requiere.

Bibliografía

- [1] Carlos Baixauli Soria, José M. Aguilar Olivert, (2002), Cultivo sin Suelo de Hortalizas, Aspectos Prácticos y Experiencias,
- [2] Mateus J. (2009) Acuaponia: Hidroponía y Acuicultura, Sistema Integrado de Producción de Alimentos, Red Hidroponía, Boletín No 44.
- [3] Tjaša Griessler Bulc, Alenka Šajn Slak, Boris Kompare, Klara Jarni, Aleksandra, Krivograd Klemenčič. (2012), Innovative Aquaponic Technologies for Water Reuse in Cyprinid Fish Farms, BALWOIS.
- [4] S. Afsharipoor, H.R. Roosta, (2010) Effect of different planting beds on growth and development of strawberry in hydroponic and aquaponic cultivation systems, Plant Ecophysiology 2.
- [5] Stephen Goddard, Ahmed Salim Al-Busaidi and Um Kalthoum Hamed Saif Al-Kendi, (2010) Fish Culture and Hydroponics at Low Salinities, Management of Salt-Affected Soils and Water for Sustainable Agriculture, 89-94.

ARTÍCULO 4.

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO E HIDROPÓNICO EN SISTEMA (NFT) PARA LA PRODUCCIÓN DE PAK CHOI (VARIEDAD JOI CHOI).

Félix Ortega O., Ibarra Covarrubias K. E., Arellano Gil M., Casillas Hernández R.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 De Febrero 818 Sur, Centro, Ciudad Obregón, Sonora
6441342142, Octavio_felix31@hotmail.com

Palabras clave: acuaponia, hidroponía, NFT

Introducción

Los sistemas agrícolas modernos, en su loca carrera por maximizar la producción, emplean el monocultivo y las grandes maquinarias, lo que resulta en un empobrecimiento de las tierras y por tanto menor producción y menor calidad nutritiva, a la larga, de las frutas y verduras obtenidas. Gran cantidad de cultivos locales han sido sacrificados a favor de los “cinco grandes”: arroz, soja, trigo, maíz y algodón, con la consiguiente pérdida de biodiversidad. Las semillas autóctonas que durante siglos se han adaptado a las circunstancias climáticas y a las tierras de cada región están siendo condenadas al olvido y la desaparición, sustituidas por variedades genéticamente modificadas que se supone nos salvarán de la hambruna en el futuro. Pero estas semillas modificadas están patentadas, imposibilitando que el agricultor pueda reproducir sus propias semillas, y obligándole además a utilizar químicos especialmente diseñados para esos cultivos. Los grandes del negocio agrícola están tratando el alimento como un producto de mercado, a veces incluso almacenando y reteniendo los stocks de alimentos para hacer subir los precios.

La acuaponia es una interesante alternativa de futuro. Se trata de una nueva forma de producir pescado y vegetales en combinación. Este sistema ha sido desarrollado a nivel universitario en los Estados Unidos, Australia y las Islas Vírgenes. Una de las iniciativas comerciales y educativas más punteras es Nelson & Pade en Wisconsin, USA sobre la acuaponia, que es una fusión entre la hidroponía (el cultivo de plantas en agua sin tierra) y la acuicultura (la producción de pescado).

Tiene algunos puntos débiles, sin embargo, como que los invernaderos y los sistemas acuapónicos requieren electricidad para los ventiladores, bombas y calentadores de agua en invierno, o la alimentación de los peces. Se están desarrollando ahora nuevos sistemas como la Biopónica, que permiten crear alimento para los peces a base de algas, lentejas de agua y lombrices.

Se trata de llevar la agricultura a nuevos niveles para reducir al máximo su huella ecológica y a la vez proveer pescado y verduras locales y ecológicas. Esperemos que pueda montarse un sistema acuapónico para poder educar e inspirar en el desarrollo de empleos verdes que aseguren nuestro suministro alimentario.

Metodología

Instalación del experimento

Las semillas de pak choi (variedad joi choi) fueron sembradas empleando como sustrato sunshine *Peat moss*® durante 22 días. Fueron trasplantadas 12 plantas por cada bloque manera aleatoria al sistema vegetal. En la figura 1 se esquematiza el montaje del experimento.

- **Sistema vegetal:** utiliza el método NFT (*Nutrient Film Technique*) que consiste en 6 bloques de PVC con un tanque de solución acuaponia y un tanque de solución hidropónica. Para el sistema acuapónico se llevó a cabo una recirculación de agua a 3 bloques que fueron utilizados con solución acuapónica proveniente del biofiltro del sistema acuícola. De igual manera se utilizaron 3 bloques para el sistema hidropónico utilizando una solución nutritiva (hidropónica).
- **Sistema acuícola:** Consiste en 2 tanques para la crianza de 150 tilapias (*Oreochromis spp.*) cada uno, 2 sedimentadores para la separación de sólidos y un biofiltro con constante aireación conteniendo Bio-Barrels para el desarrollo de bacterias nitrificantes. La alimentación de los peces fue llevada a cabo diariamente con purina Nutripec®.

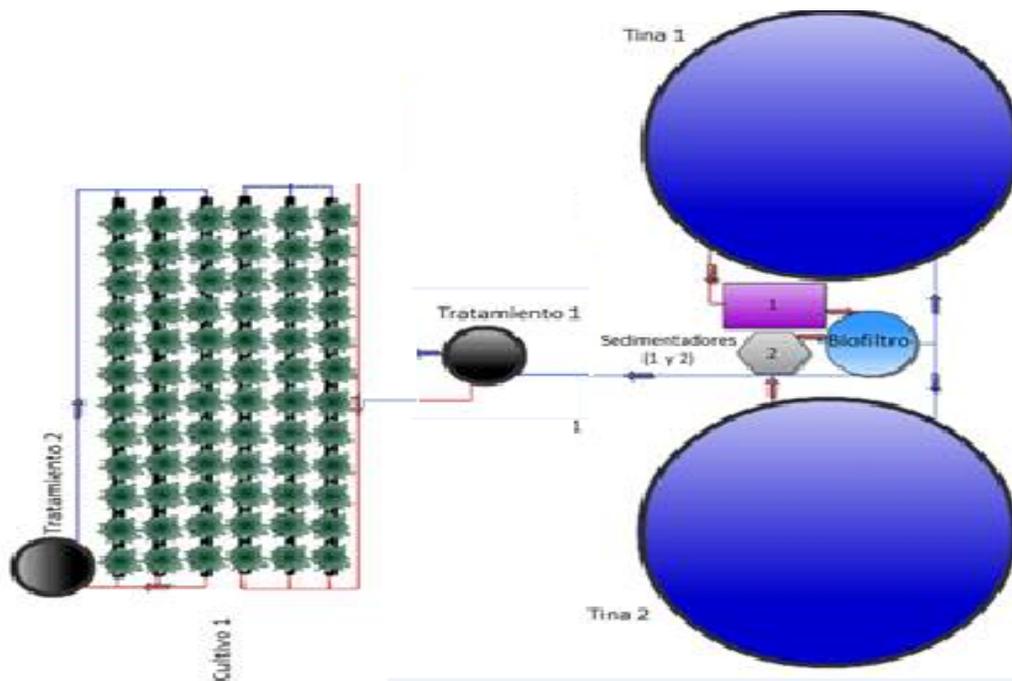


Figura 1. Representación gráfica del experimento. Sistema vegetal (cultivo joi choi) conformado por Tratamiento 1: Sistema acuaponico, Tratamiento 2: Sistema hidropónico. Sistema Acuícola (*Fish farm*): Tina 1 y 2, biofiltro y sedimentadores 1 y 2.

Monitoreo de variables

Los parámetros monitoreados diariamente fueron: humedad y temperatura del ambiente, conductividad eléctrica y pH a los siguientes: tratamiento 1 y 2, biofiltro y tanques del sistema acuícola. Se determinó oxígeno disuelto diariamente a los 2 tanques del sistema acuícola y a su biofiltro. Se tomaron biometrías de altura, número de horas, clorofila y luz a las plantas una vez por semana. Fueron añadidas algas y sulfato ferroso a las plantas, 5 aspersiones por planta cada semana. El intercambio de agua del tratamiento 1 se llevaba a cabo cada semana. Se tomó una muestra de agua al inicio, intermedio y final del tratamiento 1, tratamiento 2, de los tanques y biofiltro del sistema acuícola para realizar análisis nutrimental.

Terminación del experimento

El experimento se finalizó a las 7 semanas tomando los siguientes parámetros: clorofila, altura final, peso aéreo, longitud, el volumen y peso radical para cada planta. Se tomaron fotografías a cada planta acomodando las hojas a analizar sobre fondo blanco para la determinación del área foliar utilizando programas ImageJ®. Posteriormente se separó la parte aérea y radical en bolsas de papel para la determinación del peso seco utilizando un horno seco por 72 horas a 70° centígrados. El análisis nutrimental de agua en las muestras del sistema vegetal y acuícola fue utilizado el Fotómetro YSI® de acuerdo a sus especificaciones para la determinación de los siguientes macronutrientes y micronutrientes: nitritos, nitratos, amonios, fosfatos, potasio, calcio, magnesio, manganeso y hierro.

Resultados y discusión

Biomasa y aumento de peces en el sistema acuícola

El crecimiento y la producción de la tilapia utilizada en el experimento se muestra en la tabla 1. La biomasa obtenida en el sistema fue de 6.265 Kg m⁻³ en un tiempo de 45 días. El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de 1.75 Kg de biomasa ganada y con una tasa de crecimiento del 2.138 g d⁻¹ y en la tabla 2 se muestran los parámetros del sistema.

Tabla 1. Crecimiento y producción de tilapia.

Tanque	Biomasa inicial	Biomasa final	Densidad del cultivo (Peces /m ⁻³)	Tasa de crecimiento (g/día)	FCA	Supervivencia
1	20.088	26.353	87	2.630	1.8	93.5
2	20.809	24.491	83	1.640	1.7	96.6
Promedio	20.499	25.422	85	2.138	1.75	95.1

Tabla 2. Parámetros del sistema acuícola

PARÁMETRO	TANQUE 1	TANQUE 2	BIOFILTRO
TEMP °C	27.47	32.61	26.8
OX (mg/l)	4.63	3.95	5.3
CE (us/cm)	548.67	554.72	559.98
pH	7.02	7.06	7.12

Calidad de agua

pH

En cultivos sin suelo el pH es determinante para la disponibilidad de los nutrientes en plantas. En el tratamiento acuapónico no fue necesario ajustar el pH según criterios publicados por Verdugo [1], quien sugiere valores de pH de 6 a 7 para el cultivo de hortalizas orientales en camas flotantes, ya que la utilización de ácidos podría presentar riesgos hacia los peces. El valor de la solución hidropónica (Steiner) también mantuvo en 6 a 7 (figura 1).

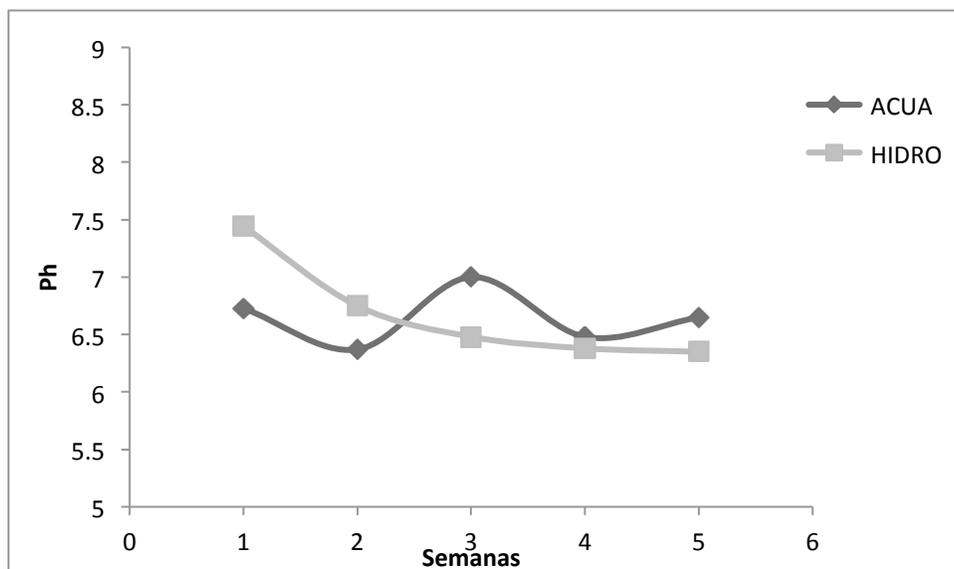


Figura 1. Valores de pH en los tratamientos evaluados

Conductividad eléctrica

Los valores de la conductividad eléctrica (figura 2) en el sistema acuapónico no fueron sometidos a ningún ajuste, en comparación con el sistema hidropónico lo ajustábamos agregando agua potable. De acuerdo con Trejo-Téllez y colaboradores [2], tiende a mantenerse la concentración de sales disueltas.

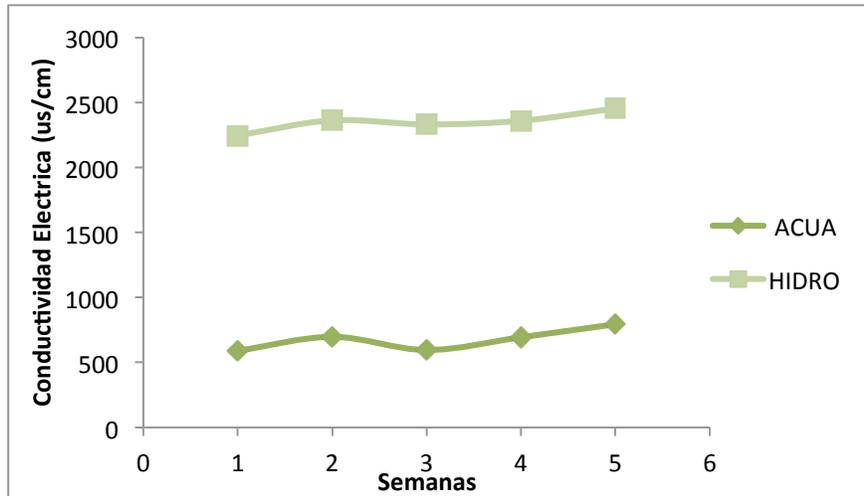


Figura 2. Valores de conductividad eléctrica medidos en tiempo

Sistema vegetal Clorofila

La medición de clorofila inicial fue de 32.5333 en el sistema acuapónico y 31.2333 en el sistema hidropónico (figura 3).

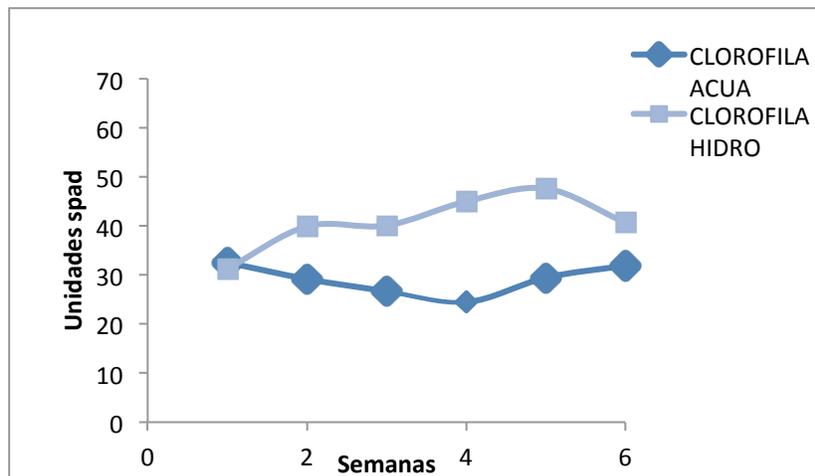


Figura 3. Valores de clorofila en unidades spad a través del tiempo

Los mejores resultados de clorofila se obtuvieron en el sistema hidropónico con diferencia estadística según la prueba de LSD 5%. Mientras que los resultados del sistema acuapónico tendieron a disminuir, según Rodríguez y colaboradores en 1988, se debe a una deficiencia de nitrógeno en el tratamiento.

Número de hojas

Referente al número de hojas, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos acuapónico e hidropónico como se muestra en la siguiente tabla, tuvieron una diferencia de 2 hojas por semana.

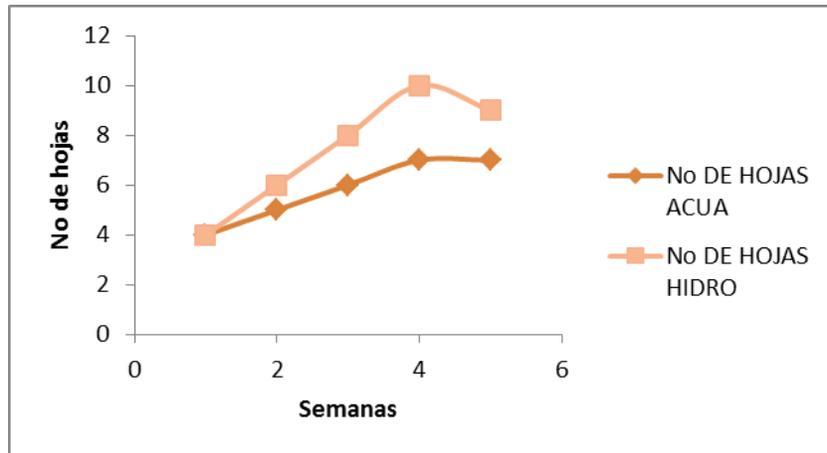


Figura 4. Número de hojas a través del tiempo

Peso aéreo

Una vez finalizado el experimento, se llevó a cabo la evaluación de biomasa en la parte aérea y radical de la planta y longitud de la parte radical. En donde el tratamiento acuapónico presentó una media de 9.89444 gr en peso fresco y una superación del tratamiento acuapónico del 300% con una media del 38.5453% respaldado por la prueba LSD con un nivel de significancia del 95%, con una diferencia de 28.6508. Verdugo [1] reportó una media de 104.72 g en peso fresco en acuaponia, mientras que el tratamiento hidropónico reportó una media de 241.84 g.

Longitud radical

Un buen desarrollo radicular es vital en la planta ya que por este medio se incorporan los nutrientes a la planta. Los resultados de medias de longitud y volumen se presentan en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Medias obtenidas en el volumen y longitud radical

TRATAMIENTO	Longitud Radical (cm) Radical(cm ³)	Volumen
Acuapónico 2.4361	25.5028 ^x	
Hidropónico 5.4166	49.6 b	

Volumen radical

Área Foliar

El método utilizado para determinar este parámetro fue el del O'Neal y colaboradores [4], donde se muestra una diferencia de pixeles donde aparecen las áreas foliares con un contraste de fondo. Donde la media obtenida para el sistema acuapónico fue de 88.7026 cm² y una media de 312.211 cm² para el sistema hidropónico.

Conclusiones

Una vez evaluados los resultados del experimento y las variables planteadas, se puede determinar que tanto acuaponía como hidroponía, pueden ser capaces de producir hortalizas de buena calidad.

Los mejores resultados se observaron en tratamiento hidropónico, en comparación con los resultados obtenidos en el tratamiento acuapónico, a pesar de que fueron menores que el hidropónico, son aptas para su consumo.

Con estos resultados no descartamos la posibilidad de una producción sustentable para nuestra región. Y así poder darle un giro al sector agrícola y a la obtención de mejores resultados.

Bibliografía

[1] Verdugo E.(2013) Evaluación de un sistema acuapónico y un sistema hidropónico en cama flotante para la producción de Pak choi.

[2]Trejo-Téllez, L y Gómez –Merino, F. (2012). Nutrient solutions for hydroponic system. Hydroponics.

<http://www.intechopen.com/books/hydroponics-a-standardmethodology/for-plants-biological-researches/nutrient-solutions-for-hydroponics-systems>

[3] Rodríguez, M., Alcantar, G. Aguilar, A Barra, J. & santiño, J. (1998).

Estimación de la concentración de Nitrógeno y Clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra. 16(2). 135-141p

[4] O'Neal, M.E., Landis, D.A ,& Isaacs, R. (2002). An inexpensive, accurate method for measuring leaf área and defoliation through digital image analysis. J. Econ. Entomol.

ARTÍCULO 5. DETECCIÓN MOLECULAR DEL VIRUS DEL MOSAICO COMÚN DEL PEPINO (CMV) EN HOJAS Y SEMILLAS DE VARIEDADES OLEICAS DE *Carthamus tinctorius* L.

Peinado Fuentes L. A.*¹, López M. M.², Ramírez D. C. M.², Borbón G. A.¹, Lares Villa F.³

¹ INIFAP-CIRNO Campo Experimental Valle Del Fuerte, Carretera Internacional México-Nogales Km. 1609, Col. Juan José Rios, Guasave, Sinaloa, México, CP 081101. ² CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes 250, Guasave, Sinaloa, México, CP 081101. ³ Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. CP. 85000. Cd. Obregón, Sonora, México.

*Contacto: luis_peinado83@hotmail.com

Palabras clave: tejido foliar, virosis, ácidos nucleicos

Introducción

El virus del mosaico común del pepino (CMV), pertenece al género *Cucumovirus*, es miembro de la familia *Bromoviridae*, y anteriormente era conocido como el virus del mosaico del Sur. Este virus es uno de los más diseminados en el mundo y se ha detectado en más de 1,000 especies de plantas, incluyendo monocotiledóneas y dicotiledóneas, plantas herbáceas, arbustos y árboles como especies hospederas que incluyen plátano, maíz, frijol, hortalizas, tabaco, entre otros. Se han identificado alrededor de 39 aislamientos de CMV, clasificados en dos grandes serogrupos, el subgrupo I, que predominan en el trópico y en el subtropico; mientras que el subgrupo II, prevalece en regiones de las zonas templadas. Las enfermedades ocasionadas por este virus causan una disminución en el desarrollo (enanismo) y producción de la planta infectada, produce mosaicos leves amarillos alternados con regiones verdes, siendo éste el principal signo en manifestarse, aunque muchas veces pueden alojarse asintómicamente en plantas con un menor vigor en cultivo. De igual manera, puede ocasionar necrosis, clorosis, deformaciones y ampollas, sin embargo, la gravedad de la enfermedad puede variar desde no mostrar signos en algunos cultivos, hasta la muerte de la planta huésped [1,2].

Los virus del mosaico común del pepino (CMV), se encuentran ampliamente distribuidos a escala mundial, ocasionando pérdidas considerables en el rendimiento de las cosechas de hasta un 80 % en productos agrícolas y una baja calidad del producto, por lo que son considerados como uno de los grupos de virus más virulentos. Su transmisión se puede producir por varias vías: mecánica, mediante vectores (insectos, nematodos y hongos) y por polen. El tipo de transmisión prevalente determina en gran medida el método de control de la enfermedad. Además, se transmiten por semilla, constituyendo ésta última una de las principales fuentes de inóculo, siendo determinante en la infección inicial del cultivo y en su amplia distribución geográfica. El porcentaje de transmisión por semilla varía en función del genotipo infectado y del virus, en el 2008 el cártamo en la región del Norte de Sinaloa mostró síntomas muy característicos que se asocian al CMV [3, 1].

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) es una de las principales oleaginosas que se siembran en México durante el ciclo de otoño-invierno en condiciones de riego y temporal. Este cultivo destaca por tener bajos costos de producción bajos requerimientos hídricos y su semilla contiene un aceite de alta calidad, con alto porcentaje de ácidos grasos

linoléico y oléico en un 37 al 41% [4], los cuales son esenciales en la nutrición humana. Debido a la escasez de agua que se presenta en el Noroeste de México, este cultivo está recobrando importancia en cuanto a superficie sembrada, ya que Sinaloa está dentro de los principales productores de cártamo a nivel nacional [4, 1].

Actualmente en México, la demanda de aceites para consumo humano aumenta cada año, por lo cual se tienen que importar aproximadamente 4,000,000 toneladas de semilla, lo que ocasiona una fuerte fuga de divisas por este concepto. Esta situación hace necesaria la producción de oleaginosas en nuestro país donde el cártamo representa una de las mejores alternativas [4].

La producción de cártamo en México, ha presentado altibajos desde al año 2002, cultivándose superficies de 52,758 ha incrementándose a 146,000 ha en el 2012. En los años 2004 y 2008 se redujo la superficie cultivada hasta 65,000 ha; esta variación fue debida a la preferencia por otros cultivos competitivos del Noroeste de México que se siembran en el ciclo en otoño-invierno y por la enfermedad falsa cenicilla provocado por el hongo *Ramularia carthami*. Además, se registró la presencia del CMV. Sin embargo, a la fecha, no existe un estudio que confirme que la presencia del CMV influye directamente en el rendimiento de las variedades oléicas y linoléicas de cártamo [4, 5].

El objetivo principal fue demostrar la presencia del virus del mosaico común del pepino (CMV), en variedades oleicas de interés comercial de *Carthamus tinctorius* L, mediante técnicas moleculares, esto se logró ya que se detectó la presencia del CMV en tejido foliar y semillas germinadas de 3 variedades y 4 líneas experimentales de *Carthamus tinctorius* L mediante RT-PCR, se determinó el subgrupo al que pertenece el CMV identificado en cártamo mediante el uso de oligonucleótidos específicos y se logró corroborar molecularmente la identidad de CMV mediante la secuenciación de los fragmentos amplificados de sus ácidos nucleicos.

A pesar de la importancia del cultivo de cártamo en Sinaloa y de su potencialidad para ser explotado de manera más intensa, se conoce poco sobre los niveles de incidencia del CMV en las variedades oléicas y líneas experimentales de cártamo y sobre sus medios de transmisión. Así mismo, no se ha llevado a cabo la identificación molecular del virus para confirmar que se trata del virus del mosaico común del pepino. Por lo tanto, en el presente trabajo se logró identificar molecularmente el virus del mosaico común del pepino como el agente causal de la sintomatología de virosis de mosaico previamente detectado en cártamo en Sinaloa de las variedades CIANO-OL, S-518 y S-334 y líneas experimentales de cártamo de tipo oléico CC1577-1-2, CC1582-1-2, S-719 (FN), CC1423-2-3-2 OY (SEL) candidatas a nuevas variedades.

Metodología

En el Campo Experimental Valle del Fuerte, se estudió la presencia del CMV durante el ciclo OI 2012 – 2013. Los materiales a evaluar fueron las variedades CIANO-OL, S-518, S-334, el genotipo S-719 (F.N) y las líneas experimentales CC1577-1-2, CC-1582-1-2, CC1423-2-3-2 OY (SEL), seleccionadas del Programa Nacional de Cártamo del INIFAP. Los materiales se establecieron el 12 de diciembre de 2012, se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones (parcelas con cuatro surcos a 0.80 m de separación y 5.0 m de largo) con 2 riegos de auxilios (12 febrero y 09 marzo del 2013) hasta la cosecha.

Preparación de muestras. La colecta de hojas que presentaron signos de virosis como manchas amarillas, que a contraluz mostraban zonas verdes anormales (mosaico), con

ampollas distorsionada, necrosis, deformaciones y vigorosidad, se llevó a cabo mediante un reconocimiento visual, a los 120 días después de la siembra, en las diferentes parcelas experimentales establecidas en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF). Las muestras colectadas fueron utilizadas para la extracción de RNA y análisis molecular del CMV. Para las semillas, se seleccionaron al azar cuatro semillas germinadas en cajas Petri estériles con 40% de humedad por cada una de las variedades. A los cinco días se les retiró el pericarpio, se diseccionó la plántula completa y se colocó en un tubo Eppendorf estéril de 1.5 ml, luego se congeló a -70°C por 2 horas en un ultra congelador para su posterior liofilización (liofilizador Labconco Freezone 2.5) a -80°C por 18 h. El tejido liofilizado fue molido en seco con balines esterilizados y finalmente, se adicionaron 500 μl de Trizol de Invitrogen (no. de catálogo 15596-026) para la extracción de RNA.

Transcripción reversa (RT). Se utilizó el kit con la enzima transcriptasa reversa MULV de Promega (no. de catálogo M170A). La mezcla de reacción se preparó en un tubo Eppendorf estéril de 1.5 ml con 4 μl de la solución stock a 10mM del oligonucleótido reverso CMVI(R) (tabla 1), más 4 μl de agua ultra pura y se adicionaron 2 μl de RNA total para incubarlo a 70°C por cinco minutos en un termociclador (Applied Biosystems modelo The Veriti). Posteriormente, se preparó otra mezcla en un tubo eppendorf con 4 μl de Buffer 5X (provisto por el fabricante), 2 μl de una mezcla de dATP, dCTP, dGTP y dTTP a una concentración total de 10mM, 0.2 μl de la enzima MULV y 3.8 μl de agua ultra pura por reacción. Posteriormente, 10 μl de esta mezcla se adicionaron a los 10 μl conteniendo el RNA por cada muestra para llegar a un volumen final de 20 μl . Finalmente, las mezclas de reacción se incubaron a 37°C por 60 min seguidas de una incubación a 70°C por 15 minutos en el termociclador para obtener el cDNA.

Tabla 1. Muestra la secuencia de oligonucleótidos usados en el RT-PCR [6] para la detección del CMV en tejido foliar y semillas germinadas de *Carthamus tinctorius* L.

Virus	Código	Secuencia (5' - 3')	Posición	Producto (pb)
CMV subgrupo II	CMV II (F)	CTACGTTTATCTTCC	970 al 984	704
	CMV II (R)	AACCGGTGATTTACCATCGC	1655 al 1674	
CMV subgrupo I	CMV I (F)	GCCACCAAAAATAGACCG	1484 al 1502	593
	CMV I (R)	ATCTGCTGGCGTGGATTTCT	2057 al 2076	
satRNA	satRNA (F)	GTTTTGTTTGTGGAGAGTTGCG	1 al 22	385
	satRNA (R)	GGGTCCTGTAGAGGAATGTGACATT	369 al 385	
18sRNA	18S (F)	GAGAAACGGCTACCATCCA	399 al 419	
	18S (R)	CGTGCCATCCCAAAGTCCAAC	633 al 653	255

F, forward; R, reverse

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se utilizó el kit Taq Polimerasa de Promega (no. de catálogo M8295). La mezcla de reacción contenía 6.875 μl de agua ultra pura, 1.5 μl de buffer 10X (provisto por el fabricante), 1 μl de MgCl_2 50 μM (provisto por el fabricante), 1 μl de una solución stock 2mM de cada uno de los oligonucleótido “forward”(F) y “reverse”(R) (Cuadro 6), 0.25 μl de una mezcla de dATP, dCTP, dGTP y dTTP a una concentración total de 10mM , 1 μl del producto de la reacción de transcripción reversa (o cDNA) y 0.125 μl de enzima Taq Polimerasa. El programa del termociclador fue: 1 ciclo a 94°C por 3 minutos, 35 ciclos de tres pasos, 95°C por 30 segundos, 52°C por 30 segundos y 72°C por 45 segundos, y finalmente un ciclo a 74°C por 5 minutos. Los productos amplificados fueron analizados por electroforesis en gel de agarosa tal como fue descrito en la sección 3.4 y fotodocumentados en un Chemidoc (Biorad).

Purificación de fragmentos de DNA en gel de agarosa. Se utilizó el kit QIAquick PCR purification kit de Qiagen, siguiendo las instrucciones del fabricante. Brevemente, el

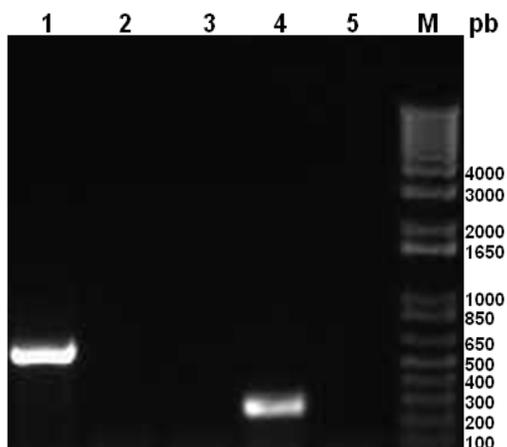
fragmento de agarosa conteniendo el amplicón de interés fue colocado en un tubo desechable de 1.5 ml con cinco volúmenes de buffer PB y calentado a 50°C para derretir la agarosa. La solución fue pasada por una columna según se indica en el kit mediante microcentrifugación (13,000 rpm por un min). Se desechó la solución de filtrado y se centrifugó un minuto adicional para eliminar remanentes de líquido. Se agregaron 50 µl de buffer EB a la columna, se incubó por dos minutos a temperatura ambiente y se centrifugó (13,000 rpm por 1 min) para obtener el eluido final conteniendo el DNA, el cual fue posteriormente cuantificado espectrofotométricamente para enviar a secuenciar.

Secuenciación. Los fragmentos de DNA purificados de gel de agarosa se enviaron al Laboratorio de Secuenciación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato localizado en el Km. 9.6 Libramiento Norte 36822 Irapuato Guanajuato, México, para su secuenciación.

Resultados y discusión

Una muestra foliar identificada como positiva a CMV de acuerdo a sus signos visuales fue utilizada para confirmar molecularmente la presencia de dicho virus y de manera simultánea determinar la variante de CMV detectado. Para esto se utilizaron tres pares de oligonucleótidos previamente reportados específicos para los subgrupos I y II, así como para la presencia del RNA satélite en algunas variantes de CMV [6]. Un par de oligonucleótidos se utilizó como un gen control de planta, el cual puede utilizarse como control positivo ya que el método de Trizol co-purifica RNA viral y de planta.

En el carril 1 de la figura 1 se observa una banda de un tamaño aproximado de 600 pb, lo cual concuerda con la banda esperada de 593 pares de bases para el CMV del subgrupo I de acuerdo [6].



Consistente con este resultado, no se observaron productos de amplificación en las reacciones en las que se utilizaron los oligonucleótidos CMV II para el subgrupo II (carril 2), y SatRNA para la presencia del RNA satélite (carril 3). Tal como se esperaba, la amplificación utilizando oligonucleótidos para el 18S RNAr de planta fue positiva, obteniéndose un amplicón de alrededor de 250 pb (carril 4). Estos resultados indican que el CMV detectado en cártamo pertenece al subgrupo I.

Para determinar la presencia del virus CMV en plantas de cártamo *Carthamus tinctorius L*, se colectó material foliar de las variedades CIANO-OL, S-518, S-334, el genotipo S-719 (F.N) y las líneas experimentales CC1577-1-2, CC-1582-1-2, CC1423-2-3-2-04 OY (SEL) oléicas, mediante un análisis dirigido (plantas sintomáticas) a los 120 días (figura 2) después de la siembra en el ensayo del campo experimental del Valle del Fuerte del INIFAP y se realizó la extracción de RNA total mediante el método de Trizol, se obtuvo cDNA mediante transcripción reversa y se llevó a cabo PCR con

los oligonucleótidos CMV I, ya que, como se mencionó anteriormente, la variante del subgrupo I es la que previamente se detectó en muestras de cártamo de la región

Se confirmó la presencia del virus común del mosaico del pepino (CMV) subgrupo I (DTL), en muestras de tejido foliar de cada una de las variedades de S-334, el genotipo S-719 (F.N), las líneas experimentales CC1577-1-2, CC-1582-1-2, CC1423-2-3-2 OY (SEL); carril 5, 12, 19 y 26 semillas del genotipo S-719 (F.N); carril 6, 13, 20 y 27 semillas de la línea experimental CC1577-1-2; carril 7, 14, 21 y 28 semillas de la línea experimental CC-1582-1-2. (-) el control negativo de la reacción (RT-PCR) y (+) es el control positivo.

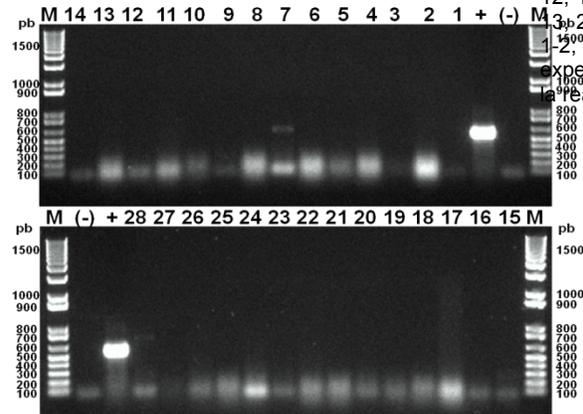


Figura 2. Productos de PCR de partes de ADN obtenido de tejido foliar de *Carthamus tinctorius* L.

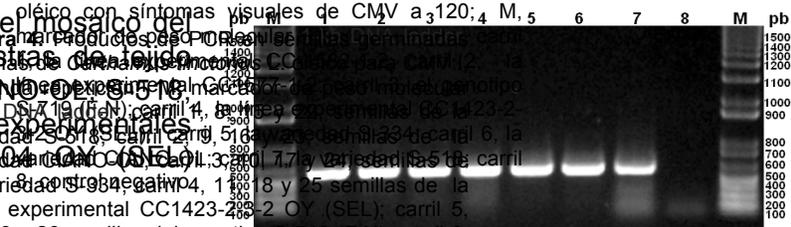


Figura 3. Productos de PCR de semillas de variedades de cártamo: S-334, el genotipo S-719 (F.N), las líneas experimentales CC1577-1-2, CC-1582-1-2, CC1423-2-3-2 OY (SEL); carril 5, 12, 19 y 26 semillas del genotipo S-719 (F.N); carril 6, 13, 20 y 27 semillas de la línea experimental CC1577-1-2; carril 7, 14, 21 y 28 semillas de la línea experimental CC-1582-1-2. (-) el control negativo de la reacción (RT-PCR) y (+) es el control positivo.

Se analizaron también muestras de semillas de los siete genotipos estudiados para investigar la posibilidad de que el CMV pudiera estar siendo transmitido por semilla. Se analizaron cuatro semillas por genotipo y los resultados se muestran en las figuras 3 y 4. Solamente dos de las muestras (figura 3, carril 24. semilla de la variedad S-334; y figura 4, carril 7 semilla de la línea experimental CC-1582-1-2,) presentaron un producto de amplificación del tamaño correcto (aproximadamente 600 pb). Esto sugiere que el CMV es un virus que puede ser transmitido por semilla, tal como se ha observado con otros virus de RNA. En algunas muestras

se observó la amplificación de una banda de aproximadamente 700 pb (figura 3, carriles 7 y 22; figura 4, carril 28), sin embargo, ya que el tamaño no es el esperado, estos amplicones fueron considerados como artefactos, lo cual fue confirmado una vez que fueron secuenciados (datos no mostrados).

Aunque fue posible detectar CMV en tejido foliar de todos los genotipos analizados, solamente se encontró la presencia del CMV subgrupo I en semillas la línea experimental CC-1582-1-2 y la variedad S-334. Sin embargo, esto no excluye la posibilidad que los otros genotipos puedan transmitir el virus por semilla ya que se analizó un número bajo de muestras. De hecho, es muy probable que los otros genotipos puedan también transmitir este virus por semilla. Por lo tanto, para determinar la presencia y

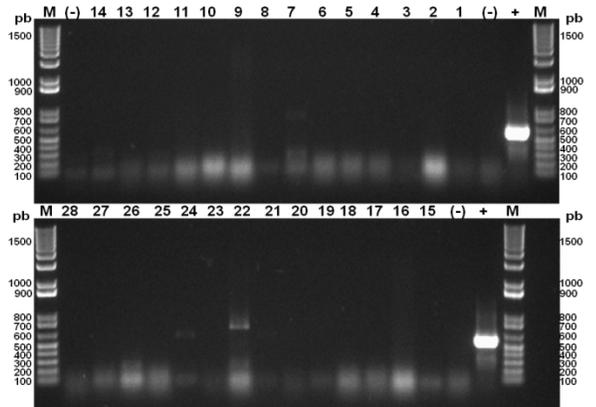


Tabla 2. Muestra la comparación de los rendimientos de *Carthamus tinctorius* L. en el CEVACU y CEVAF

sobre todo la incidencia del CMV en semilla en cada genotipo, se requiere un análisis con un mayor número de muestras. La detección de CMV en semillas, es un resultado esperado, debido a, que existen otros virus de RNA que se transmiten por semillas como el virus del mosaico común de la judía según González [2], los virus de RNA se pueden transmitir por semilla debido al mecanismo de replicación y reproducción dentro algunas de las células de la semilla, logrando “heredar” la secuencia del virus a las nuevas semillas. También, en algunas plantas, el CMV se manifiesta desde la etapa de roseta, lo que produce hojas muy jóvenes que exhiben un mosaico moteado y desde el centro de éstas se produce el eje que lleva las hojas secundarias infectando toda la planta, logrando invadir el polen y el óvulo, y por lo tanto, la semilla, dando origen a plántulas infectadas con CMV lo que representan una fuente de inóculo de este virus [5].

```

Seq 1 TCACGGAATATGATAAGAGCTTGTTCGCGCATTCAAATTCAGATTAAATCCTTTGCCGA 60
CMV3a 1545 TCACGGAATATGATAAGAGCTTGTTCGCGCATTCAAATTCAGATTAAATCCTTTGCCGA 1604
Seq 61 AATTTGATTCTACCGTGTGGGTGACAGTCCGTAAGTTTCCTGCCTCTCGGACTTGTTCGG 120
CMV3a 1605 AATTTGATTCTACCGTGTGGGTGACAGTCCGTAAGTTTCCTGCCTCTCGGACTTATTCGG 1664
Seq 121 TTACGCCCATCTCTGCTATGTTTCGGGACGGAGCCTCACCGGTACTGTTTATCAGTATG 180
CMV3a 1665 TTACGCCCATCTCTGCTATGTTTCGGGACGGAGCCTCACCGGTACTGTTTATCAGTATG 1724
Seq 181 CGCATCTGGAGTCCAAAGTACCAACAATAATGTTGTATGATCTTTCCGGGATGCGCGGTG 240
CMV3a 1725 CGCATCTGGAGTCCAAAGTACCAACAACAATAATGTTGTATGATCTTTCCGGGATGCGCGGTG 1784
Seq 241 ATATAGTGTGACATGAGAAAGTACCGCGTCTCGTGTACTCAAAGACGATGCACATCGAGA 300
CMV3a 1785 ATATAGTGTGATATGAGAAAGTACCGCGTCTCGTGTACTCAAAGACGATGCACATCGAGA 1844
Seq 301 CAGACGAGTACTACTTTCATGTTGACATCGAGCACCAAGCTATTCGCACATCTGGAGTGC 360
CMV3a 1845 CAGACGAGTACTACTTTCATGTTGACATCGAGCACCAAGCTATTCGCACATCTGGAGTGC 1904
Seq 361 TCCAGTCTGATTCGGTGTTCOCAGAACTCTCCCTCCGATTTCTGTGGGGAGCTGAGT 420
CMV3a 1905 TCCAGTCTGATTCGGTGTTCOCAGAACTCTCCCTCCGATTTCTGTGGGGAGCTGAGT 1964
Seq 421 TGGTAGTCTGCTATAAACTGCTGAAGTCACTAAACGTTAAACGGTGAACGGGTTGTCC 480
CMV3a 1965 TGGTAGTCTGCTATAAACTGCTGAAGTCACTAAACGTTTAAACGGTGAACGGGTTGTCC 024
Seq 481 ATCCAGCTTACGGCTAAAAATGGTCACTGCT 510
CMV3a 2025 ATCCAGCTTACGGCTAAAAATGGTCACTGCT 2054

```

El CMV encontrado en cártamo es del subgrupo I, esta variante se ha encontrado en crucíferas, solanáceas, papilionáceas y cucurbitáceas [3], siendo a nivel mundial el primer causante de pérdidas económicas en plantas hortícolas y ornamentales cultivadas al aire libre. En algunas variantes de CMV se ha encontrado la presencia de RNAs llamados satélites, los cuales generalmente modifican la expresión de los síntomas de la enfermedad producida en la planta huésped generalmente acentuándolas [7]. Los productos de PCR de cerca de 600 pb, fueron separados por electroforesis y purificados para ser enviados a secuenciar. La

secuencia obtenida fue comparada con el banco de datos del geneBank del Centro Nacional de Información Biotecnológica de los Estados Unidos (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) utilizando el programa BLAST. La secuencia con mayor homología a la obtenida en el presente trabajo correspondía a una secuencia del gene 3a de la proteína de movimiento y el gen para la proteína de la cápside del CMV con número de de accesoión AJ511990.1, presentando 97% de identidad (figura 5).

El rendimiento de las variedades oleicas de *Carthamus tinctorius* L. se muestra un cuadro comparativo (tabla 2), en condiciones de riego similares, en el Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU) del INIFAP en ciclo Otoño – Invierno 2011 – 2012 y los rendimientos obtenidos Otoño – Invierno 2012 – 2013 en el CEVAF del INIFAP.

Comparación de Rendimientos		
Material	CEVACU Ciclo OI 2011 - 2012	CEVAF Ciclo OI 2012 - 2013
línea experimental CC1582-1-2	2,222 kg/ha	1,341 kg/ha
línea experimental CC1577-1-2	3,483 kg/ha	1,058 kg/ha
línea experimental CC1423-2-3-2 OY (SEL)	2,985 kg/ha	1,483 kg/ha
genotipo S-719 (F.N)	2,817 kg/ha	1,320 kg/ha
variedad S-334	3,343 kg/ha	1,291 kg/ha
variedad CIANO-OL	3,141 kg/ha	1,570 kg/ha
variedad S-518	2,638 kg/ha	0,97 kg/ha

Conclusiones

El CMV serológicamente fue detectado en 1973, Apodaca [5] los reportó en variedades de cártamo a nivel de sintomatología. El trabajo realizado, permitió detectar por primera vez a nivel molecular el CMV en cártamo para el Noroeste de México.

El CMV puede transmitirse por semilla en cártamo y su tipo es el subgrupo I. Esto concuerda con la literatura [1] en donde se menciona que el CMV subgrupo II es aparentemente más prevalente en las regiones templadas pues se multiplica ineficientemente a elevadas temperaturas, mientras que el CMV subgrupo I es más termorresistente, predominando en las zonas tropicales y subtropicales. Por lo tanto, el encontrar este tipo de CMV en la región de Sinaloa concuerda con lo esperado ya que en dicha región prevalece el clima tropical y sub-tropical.

El CMV es el virus causante de la enfermedad asociada a la presencia de manchas amarillas, que a contraluz muestran zonas verdes anormales o mosaico, con ampollas distorsionadas, necrosis, deformaciones y vigorosidad, en plantas de cártamo. La técnica de RT-PCR puede ser utilizada como una herramienta molecular para detectar al CMV de una manera precisa, eficaz, rápida y de relativo bajo costo.

La presencia de CMV no es el único responsable de un bajo rendimiento, debido a que también se logró identificar la presencia de alternaria (*Alternaria carthami*) y falsa cenicienta (*Ramularia carthami*) como enfermedades y algunas plagas como Chinche Lygus (*Lygus spp.*) y gusano barrenador (*Perigaea capensis*).

Bibliografía

- [1] Kaplan I. B., Zhang L., Palukaitis P. 1998. **Characterization of Cucumber mosaic virus**. Virology 246(2). Pp. 221-231.
- [2] González J. A. 2004. **Virus fitopatógenos transmisibles por semilla en judía tipo "granja asturiana"**. Bol. San. Veg. Plagas, 30: 595-603.
- [3] Palukaitis P., Roossinck M. J., Dietzgen R. G., Francki R. I. 1992. **Cucumber mosaic virus**. Advances in virus research (41). Pp. 281-348.
- [4] Montoya C. L. 2010. **El cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México**. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Campo experimental Norman E. Borlaug. Primera edición 2010. Cd. Obregón, sonora. ISBN pendiente.
- [5] Apodaca-Sánchez, M.A., Macías C. J., Herrera R. G., Vega V. B, E. 2008. **Incidencia de virosis en 18 genotipos de *Carthamus tinctorius* L. en Sinaloa, México**. Memorias del X congreso internacional/ XXXV congreso nacional de la sociedad mexicana de fitopatología, A.C.
- [6] Chen S., Gu, H., Wang X., Chen J., & Zhu W. 2011. **Multiplex RT-PCR detection of Cucumber mosaic virus subgroups and Tobamoviruses infecting Tomato using 18S rRNA as an internal control**. Acta biochimica et biophysica Sinica, 43(6), 465-471.
- [7] Chung-Chi H., Yau-Heiu H., Na-Sheng L. 2009. **Satellite RNAs and Satellite Viruses of Plants**. Viruses 1(3). Pp. 1325-1350. Dirección electrónica: <http://www.mdpi.com/1999-4915/1/3/1325>. Fecha de revisión: 12 de Septiembre de 2013.

RESUMEN 6.

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS INDUCTORES DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN DIFERENTES ETAPAS DE GERMINACIÓN DEL BRÓCOLI

Pereo Gálvez M. A., González Pacheco E., Campas Baypoli O. N., López Cervantes J. y Sánchez Machado D. I.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Calle 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México. Teléfono:(644) 1 54 19 31. Email: miguel_15_182@hotmail.com

Palabras clave: germinados, capacidad antioxidante, polifenoles.

Introducción

En los últimos años los germinados del género *Brassica*, en particular, los de brócoli han sido ampliamente consumidos en diferentes partes del mundo como complementos en ensaladas, emparedados y sopas. Estos presentan un alto contenido de compuestos bioactivos, tales como los glucosinolatos, vitaminas, carotenos y compuestos fenólicos [1]. El consumo regular de germinados de brócoli activan los mecanismos de defensa contra enfermedades crónicas degenerativas incluso mayor proporción que el brócoli maduro, debido a la alta concentración de compuestos bioactivos [2]. Sin embargo, existe una conciencia creciente de que múltiples factores genéticos y ambientales afectan la producción y acumulación de compuestos bioactivos [3]. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos inductores durante la germinación del brócoli en el contenido de compuesto bioactivos mediante la determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

Metodología

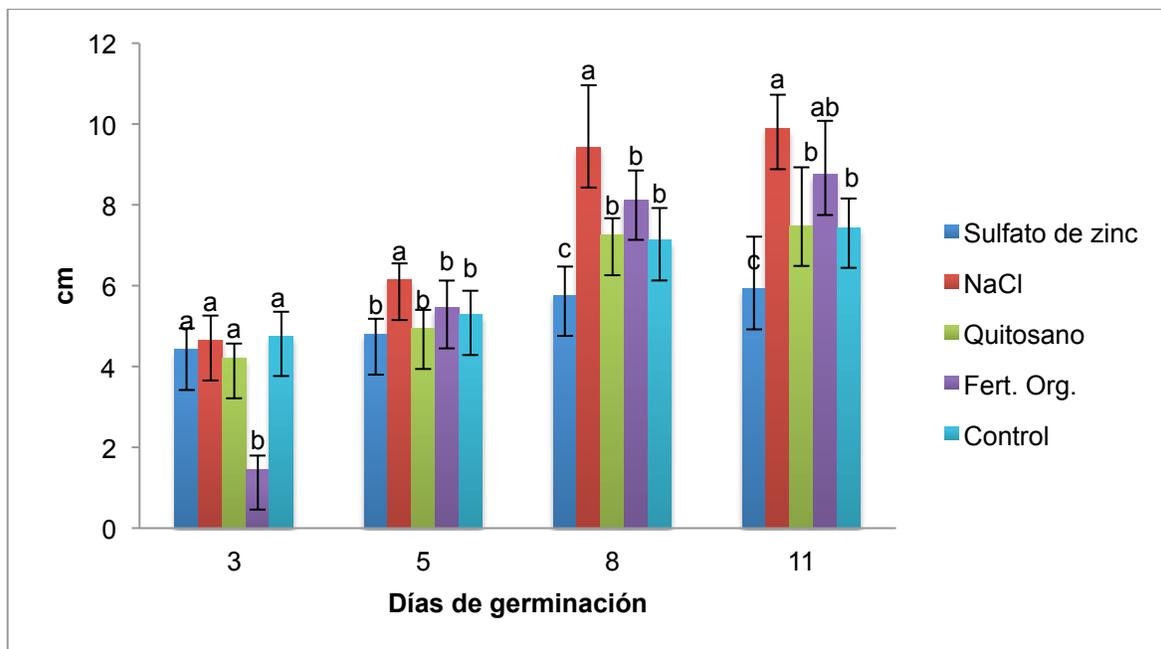
Se aplicaron cuatro tratamientos inductores 1) quitosano al 0.01%, 2) fertilizante orgánico comercial (diluido 1:100), 3) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 143 mg/L y 4) NaCl 40mM durante la germinación de las semillas. Se utilizaron semillas de brócoli (*Brassicca oleracea* L. var itálica) cultivo comercial Waltham 29 obtenidas del Valle del Yaqui. Para el proceso de germinación se utilizaron 6 g de semillas, las cuales se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 2 h. Posteriormente se sometieron a 3 lavados consecutivos con agua milliQ. Las cuales se colocaron en charolas de poliestireno expandido de 25 x 35 cm, con algodón como sustrato inerte. Las charolas se colocaron en un germinador con ambiente controlado, con un ciclo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad, la temperatura del aire se conservó entre los 21 ± 2 °C, la humedad relativa (HR) fue de 70-90%. Se le agregaron 250 ml de tratamiento inductor cuidando que el volumen permaneciera constante revisándolo cada 3 días. A los germinados de 3, 5, 8 y 11 días se les evaluó la longitud y el peso. Se seleccionaron 10 germinados aleatoriamente por charola y se determinó la longitud utilizando una regla graduada midiendo el inicio del tallo hasta lo cotiledón. El peso se determinó utilizando una balanza analítica. El contenido de humedad de las diferentes muestras se determinó por triplicado, en una estufa a 70°C durante toda la noche, hasta obtener un peso constante. A partir de los germinados frescos de 3, 5, 8 y 11 días de germinación, se obtuvieron los extractos ricos en compuestos bioactivos. La extracción se realizó en condiciones de oscuridad utilizando como solvente metanol:agua en una proporción 80:20, específicamente se pesaron 300 mg de muestra, se adicionaron 5 ml de metanol al 80%, se homogenizaron 30 segundos

Figura 1. Longitud de los germinados tratados en diferentes edades fisiológicas. Letras diferentes respecto al día de germinación denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

en vortex y se agitaron 5 min en un sonificador. La mezcla se filtró utilizando papel Whatman no. 41. El contenido de polifenoles totales se determinó utilizando el método espectrofotométrico usando el reactivo de Folin-Ciocalteu [4] y la capacidad de captación del radical DPPH se determinó de acuerdo el método propuesto por Miniotti y Georgio [5].

Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra la longitud de los germinados tratados en las diferentes edades fisiológicas. Se puede observar que los germinados tratados de 3 días no mostraron diferencias significativas en la longitud respecto al control, con excepción de los germinados tratados con quitosano al 0.01% obteniendo la menor longitud. Los germinados tratados de 5 días mostraron longitudes similares al control con excepción de los germinados tratados con NaCl (40 mmol) con una longitud de 6.15 cm. Los germinados de 8 días presentan rangos de 5.76 a 9.43 cm de longitud, siendo los más altos los germinados tratados con NaCl (40 mmol). En los germinados tratados de 11 días se obtuvieron rangos de 5.92 a 9.92 cm de longitud manteniendo el mismo comportamiento. Madueño *et al.* [6] reportaron germinación y desarrollo de planta de frijol en condiciones salinas, obteniendo un incremento de tamaño del 28% en una concentración de NaCl a 100 mmol y en concentraciones mayores una disminución de tamaño e índice de germinación. En el presente estudio se obtuvo un incremento de tamaño del 33% en germinados de 11 días.



En la figura 2 se muestran el peso de los germinados tratados en las diferentes edades fisiológicas. Al tercer día se observan que los germinados tratados presentaron pesos similares al control obteniendo el mayor peso los germinados tratados con fertilizante

orgánico (1:100). Al quinto día se observó un incremento significativo del peso en los germinados tratados con NaCl (40 mmol). Los germinados de 8 días presentaron rangos de 39.62 a 84.5 mg, los germinados tratados con NaCl (40 mmol) presentaron el mayor peso y el menor peso los germinados control. En los germinados de 11 días mostraron rangos de 34.54 a 78.41 mg los germinados tratados con $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (147 mg/L) presentaron el menor peso, los germinados tratado con NaCl (40 mmol) presentaron mayor peso.

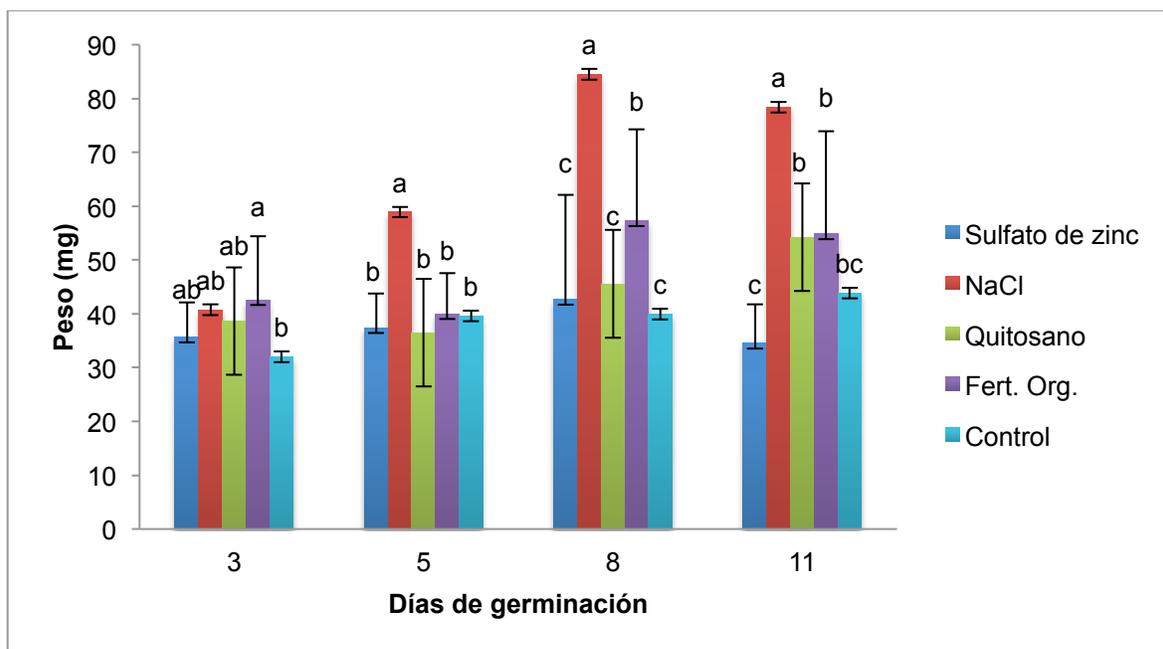


Figura 2. Peso fresco de los germinados tratados en diferentes edades fisiológicas. Letras diferentes por día de germinación denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En la figura 3 se observa el contenido de polifenoles totales en las diferentes etapas de germinación de brócoli. Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos inductores aplicados, encontrando el mayor contenido de polifenoles en los germinados tratados con NaCl (40 mmol) con un valor 43.51 mg EAG/g. Yuan *et al.* [7] reportaron que a partir de 100 mmol de NaCl obtuvieron diferencias significativas en germinados de rábano, mientras que en los resultados obtenidos en el presente estudio se mostraron diferencias significativas a los 40 mmol de NaCl. Los germinados tratados con fertilizante orgánico a los 11 días se mostraron un incremento significativo obteniendo un contenido de polifenoles totales de 36.81mg EAG/g. El tratamiento de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ presentó el menor contenido polifenoles en las diferentes edades fisiológicas.

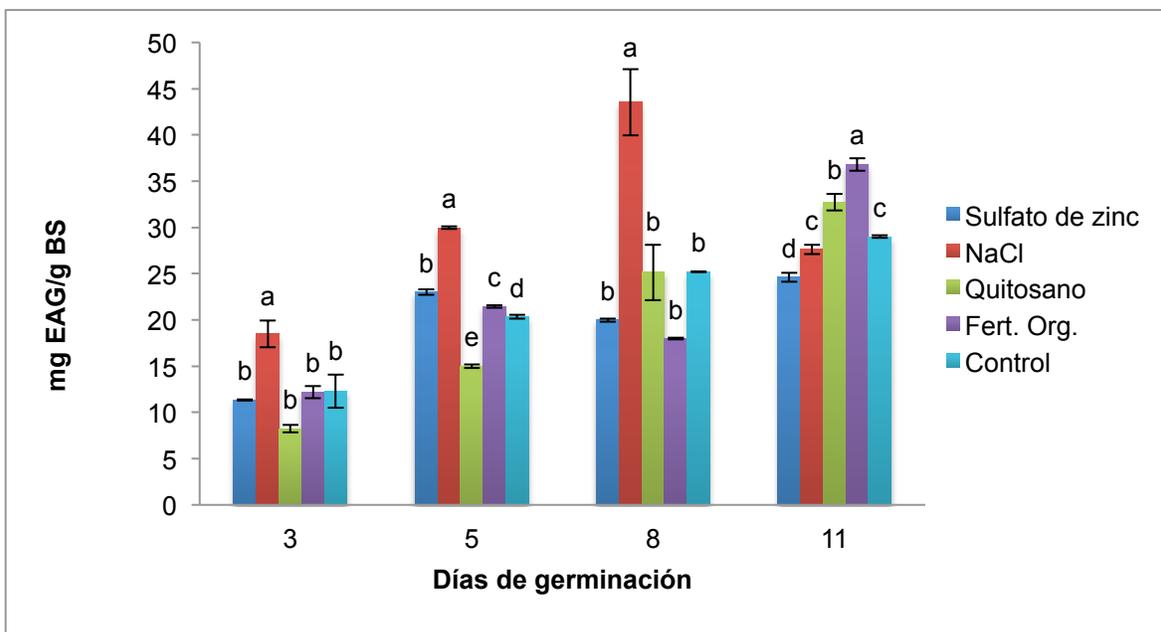


Figura 3. Contenido de polifenoles totales (CFT) en germinados tratados en diferentes edades fisiológicas. Letras diferentes por día de germinación denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En la figura 4 se muestra la capacidad de captación del radical DPPH en las diferentes etapas de germinación del brócoli. Se puede observar que los germinados tratados con NaCl (40 mmol/L) a partir de los 3 días mostraron un incremento significativo en la capacidad antioxidante obteniendo el máximo valor de 447.19 mmol ET/g a la edad fisiológica de 8 días. Sin embargo, se observó una disminución a los 11 días de germinación. Martínez *et al.* [8], reportaron valores de DPPH en germinados de brócoli y rábano de 5 días menores a los obtenidos en el presente estudio. En el caso de los germinados de 11 días el tratamiento con fertilizante orgánico mostró la mayor capacidad antioxidante. El fertilizante orgánico utilizado en los germinados contiene aminoácidos esenciales que favorecen el desarrollo de los germinados. Los germinados tratados con $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (143 mg/L) mostraron una menor capacidad antioxidante en las diferentes edades fisiológica de los germinados.

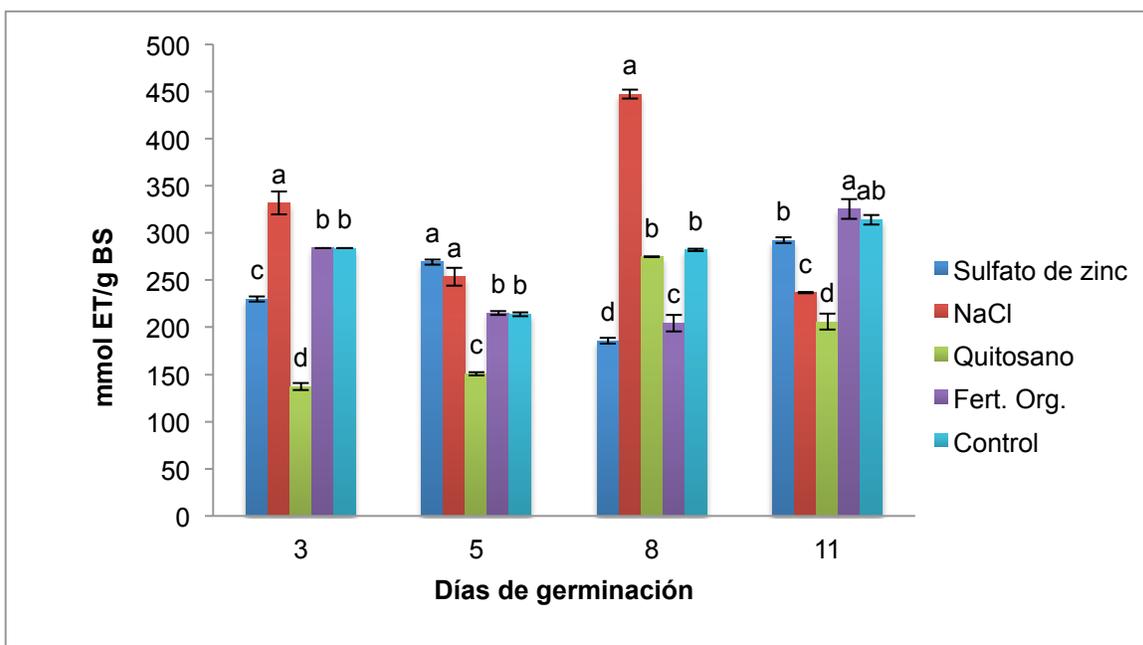


Figura 4. Capacidad de captación del radical DPPH de germinados tratados en diferentes edades fisiológicas. Letras diferentes por día de germinación denotan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Conclusiones

Los germinados de brócoli son una rica fuente polifenoles, además poseen una alta capacidad antioxidante, los cuales están estrechamente relacionados con la edad fisiológica de los germinados. La edad fisiológica de 8 y 11 días es el tiempo óptimo para la cosecha de los germinados de brócoli para obtener una alta concentración de compuestos bioactivos y actividad antioxidante. Los tratamientos de fertilizante orgánico (1:100) y NaCl (40 mmol) son una alternativa para incrementar el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante de los germinados de brócoli.

Bibliografía.

- [1] Guo Rf, Yuan Gf, Wang Qm. (2011). Effect of sucrose and mannitol on the accumulation of health-promoting compounds and the activity of metabolic enzymes in broccoli sprouts. *scientia Horticulturae*. 128 (3): 159–165.
- [2] Fahey J.W., Zhang Y., Talalay P. (1997). Broccoli sprouts: An exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens. *Proceeding of the National Academy of Science United States of America*. 94 (19).
- [3] Moreno D. A., Pérez Balibrea S., Ferres F., Gil Izquierdo Á., Garcia Viguera C. (2010). Acylated anthocyanins in broccoli sprouts. *food chemistry*. 123, (2): 358-363.
- [4] Ainsworth, E.A. y Gillespie, K.M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nature protocols*, 2, 875-877.
- [5] Miniotti, K.S. Y Georgiu, C.A. (2010). Comparison of different tests used in mapping the greek virgin olive oil production for the determination of its total antioxidant capacity. *Grasas y Aceites*, 61, 45-51.
- [6] Madueño- Molina, A., García- Paredes, D., Martínez- Hernández, J. y Rubio Torres, C. (2005). Germinación y desarrollo de plántulas de frijolillo *Rhynchosia minima* (L) DC en condiciones de salinidad. *Terra latinoamericana* 24(1): 47-54.

- [7] Yuan G., Wang X. Guo R. y Wang Q. (2010). Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts . Food Chemistry. 121, (4): 1014-1019.
- [8] Martínez Villegas C., Peñas E., Ciska E.,Pikla. M. K., Kozlowka H., Vidal Valverde C. y Fias J., (2010). Time dependence of bioactive compounds and antioxidant capacity during germination of different cultivars of broccoli and radish seeds. Food chemistry. 120, 710-716.

ARTÍCULO 7. ESTUDIO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE MYCO ROOT COMO INOCULANTE EN EL DESARROLLO VEGETAL INTEGRADO DE CEBOLLA Y PEPINO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Nieto Valenzuela M.A., Arellano Gil M., Mungarro Ibarra C., Peñuelas Rubio O. y Martínez Carrillo J. L.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 De Febrero 818 Sur Centro, 85000 Ciudad Obregón,
Sonora. 01 644 410 0900. Correo: arturo-nieto@hotmail.com Teléfono Particular:
016441291368.

Palabras clave: Agricultura, Micorrizas, Ecología.

Introducción

La vida moderna conlleva una sobreexplotación acelerada de los recursos naturales, como suelo, aire, agua, flora, fauna; todos ellos de elevada fragilidad a la contaminación y a los sistemas de producción que perturban el balance ecológico [1]. La degradación del medio ambiente es uno de los problemas más severos que afecta directamente a la producción agrícola; surge entonces el concepto de nuevas prácticas ecológicas, cuya fundamentación se basa en aprovechar y mantener la fertilidad natural del suelo mediante rotación y asociación en policultivos, aporte residuos orgánicos, recuperación del equilibrio de los minerales del suelo y la potenciación de microorganismos benéficos como las micorrizas arbusculares [2].

En este trabajo se plantea la utilización de un producto comercial (a base de hongos micorrícicos) en cultivo de pepino y cebolla, para probar su funcionamiento como mejorador del área radical y absorción de nutrientes en las plantas. Se cree que este producto tiene un alto potencial y corresponde a la tendencia del uso de productos sustentables.

Datos del producto

TIPO DE INSUMO:	INOCULANTE
NOMBRE COMUN COMERCIAL:	MYCO ROOT
NOMBRE QUIMICO:	CONCENTRADO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS

GARANTIA DE COMPOSICION:

- Hongos Ectomicorrícicos	1x10 ⁶ esporas/g
- Hongos Endomicorrícicos	1x10 ³ esporas/g
- <i>Azospirillum brasilense</i>	1x10 ⁶ ufc/g
- Carbono Orgánico Oxidable Total	20%

Metodología

Se utilizó un diseño simple completamente al azar, con tres tratamientos y un testigo, los cuales se muestran en la siguiente tabla 1. Para la establecer la existencia de diferencias entre tratamientos se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias con un nivel de significancia al 5% (p<0.05).

TRATAMIENTO	Myco Root
	g*L ⁻¹
T0	0
T1	0.05
T2	0.1
T3	0.15

Tabla 1. Dosis aplicada en los tratamientos

Este experimento constó de 4 tratamientos y 10 repeticiones, teniendo un total de 40 unidades experimentales. La unidad experimental constó de una bolsa con una planta en cada una. Se consideró a cada planta completa como repetición para las variables de desarrollo vegetativo y a una muestra compuesta del suelo rizosférico extraído de las diez repeticiones para el análisis microbiológico.

Aplicación

Los tratamientos se aplicaron por *drench*, simulando aplicación en el agua de riego a razón de 10 m³*ha⁻¹, en los cuales se evaluaron las dosis de 0.5, 1.0, y 1.5 kg*ha⁻¹. El volumen de solución por unidad experimental fue de 100 ml. Para la aplicación se preparó una suspensión de Myco Root a razón de 0.05, 0.1 o 0.15 g*L⁻¹ para los tratamientos respectivos (tabla 2).

APLICACION	FECHA
1era	22/Enero/2012
2da	6/Febrero/2012
3era	21/Febrero/2012

Tabla 2. Fechas de aplicación de bioestimulante

Resultados y discusión

Cebolla-Altura

La figura 1 presenta el comportamiento de los tratamientos al evaluar la altura, donde se observa que el análisis estadístico presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que T1 (0.05 g*L⁻¹), T2 (0.1 g*L⁻¹) superaron a T0 (Testigo) hasta con el 19.6 y 22.8 % respectivamente.

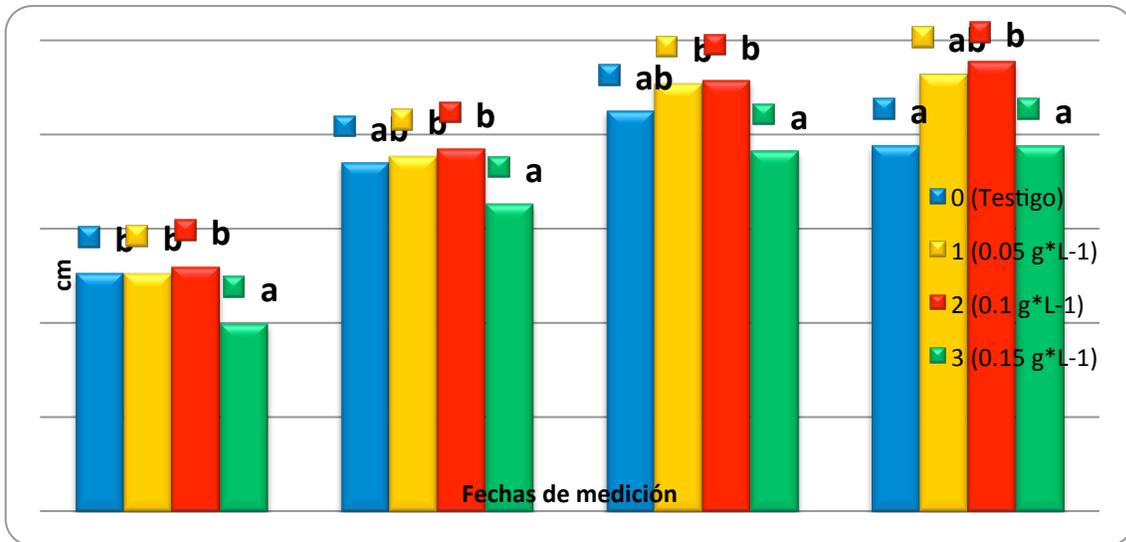


Figura 1. Efecto de Myco Root en la altura de cebolla

Pepino- Altura

La figura 2 presenta el comportamiento de los tratamientos al evaluar la altura, donde se observan diferencias estadísticamente significativas en el análisis de los tratamientos, ya que T1 (0.05 g*L⁻¹), T2 (0.1 g*L⁻¹) y T3 (0.15 g*L⁻¹) superaron a T0 (Testigo) hasta con el 33.1, 28.8 y 31.3 % respectivamente.

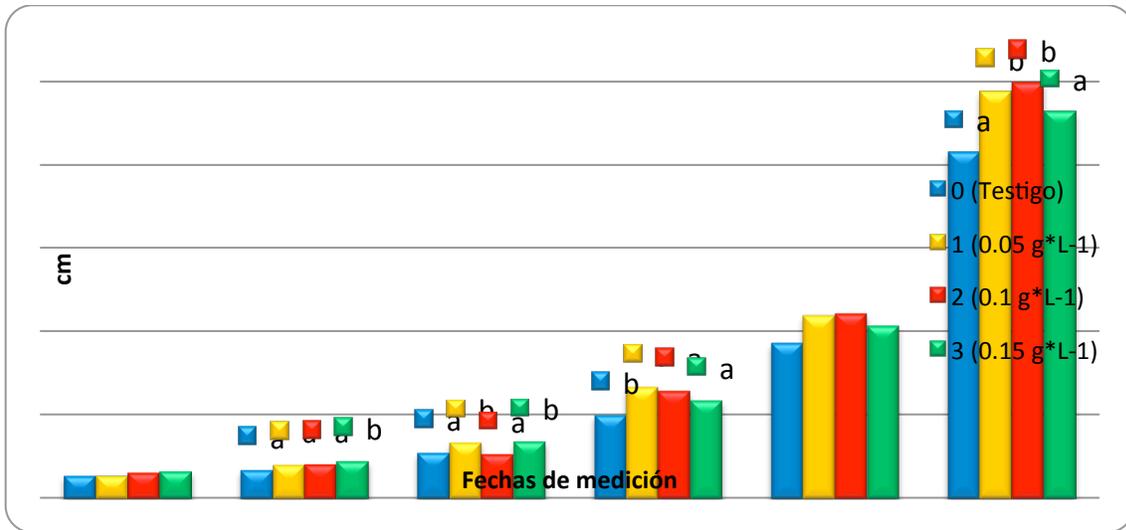


Figura 2. Efecto de Myco Root en la altura de pepino

Los resultados obtenidos en la evaluación de producto comercial a base de hongos micorrícicos bajo condiciones de invernadero para las variables de altura para cebolla y pepino fueron positivas las dosis obteniendo respuestas diferenciales con respecto al testigo. Situación que se atribuye a la aplicación de producto a base de hongos micorrícicos el cual promueve la movilidad y mejor absorción de N, P, K. Lo que repercute en el aumento y multiplicación celular y en el contenido proteico que se

manifiesta en un desarrollo general de la planta tanto en volumen y peso debido a que tanto nitrógeno y fósforo son parte estructural de las moléculas de las proteínas [3].

Conclusiones

La aplicación de Myco Root mejoró la calidad microbiológica del suelo evaluado, ya que provocó cambios positivos en la colonización de los diversos grupos microbiales (datos no mostrados). Estos cambios mejoraron la relación microorganismos-suelo-planta, ya que los primeros hicieron más disponibles los nutrientes para la planta siendo más contundentes para cebolla. Respecto a las dosis de aplicación se manifestó respuesta diferencial entre cultivos, en la variable de desarrollo vegetativo (altura) como en poblaciones de microorganismos. Para cebolla y pepino, la mejor dosis fue la equivalente a 1 Kg / ha.

Bibliografía

- [1] **Orna. CH.R.** 2009.Evaluación del efecto de la aplicación de micorriza en la producción de tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) bajo ivernadero.Trabajo de tesis. Escuela superior Politécnica de Chimbomrazo.Riobamba Ecuador. pag 67.
- [2] **Bolan, y Fitter.** (2005). A critical review on the role of mycorrhizal fungi in microbiology. Academic Press Ltd., London.
- [3]**Rojas, K.**2007.Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba. Editorial PROIMPA. Universidad Católica Boliviana. Bolivia. Pp.2-23

ARTÍCULO 8.
**EVALUACIÓN DE DISTINTAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS
SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE MELÓN
(*Cucumis melo* L.) CV HONEYDEW.**

Rodríguez Félix E., Contreras Girón M. I., Astorga Cienfuegos K. R., García Rico L. y
Rivera Domínguez M.

Laboratorio de Biotecnología Molecular de Plantas de la Coordinación de Ciencia de los
Alimentos, Centro de Investigación en alimentación y desarrollo A.C. e-mail:
marisela@ciad.mx

Palabras clave: melón (*Cucumis melo* L.), cadmio, plomo

Resumen

El suelo es un elemento importante y esencial para la producción de alimentos. El uso de aguas residuales, los residuos mineros y los agroquímicos contienen concentraciones elevadas de metales pesados que pudieran resultar en un riesgo de contaminación en el sistema edáfico e incluso pueden ser transferidos a la cadena alimenticia. Los metales del suelo son absorbidos fuertemente en la raíz y son transportados a la parte superior de la planta afectando su crecimiento y desarrollo. Por lo que en el presente trabajo se evaluó el efecto de las concentraciones de los metales cadmio (Cd) y plomo (Pb) sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de melón (*Cucumis melo* L.). Se utilizaron semillas de melón cv Honeydew y se expusieron durante 9 días a distintas concentraciones de cadmio se (0, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L) y de plomo (0, 50, 100, 150, 200 y 300 mg/L). Se registró el momento de germinación y diariamente el crecimiento y desarrollo de raíz y tallo. La concentración de los metales no afectó la germinación de las semillas ya que en ambos tratamientos éstas germinaron al mismo tiempo. Sin embargo, las distintas concentraciones de plomo afectaron drásticamente el crecimiento y desarrollo de la raíz y del tallo, en cambio las concentraciones de cadmio promovieron el desarrollo y crecimiento de ambos órganos. El tamaño de la raíz y tallo fue mayor que sus controles en las semillas expuestas a concentraciones arriba de 10 mg/L de Cd. En base al desarrollo y crecimiento de plántulas obtenidas, se concluye que las distintas concentraciones de cadmio no afectaron, más bien promovieron el desarrollo y crecimiento de las semillas germinadas, mientras que concentraciones mayores de 50 mg/L de plomo, arrestaron el desarrollo y crecimiento de las mismas.

Introducción

El suelo es un elemento importante y esencial para la producción de alimentos, razón por la cual es necesario resguardar este recurso con el fin de asegurar su sustentabilidad. El uso de aguas residuales, residuos mineros y agroquímicos contienen en ocasiones concentraciones elevadas de metales pesados que pudieran resultar un riesgo de contaminación en el sistema edáfico [1] e incluso pueden ser transferidos a la cadena alimenticia mediante aguas subterráneas o productos agrícolas que representan un riesgo para la salud humana y de animales debido a su gran toxicidad [2].

La contaminación por metales pesados en los suelos genera un efecto negativo sobre los microorganismos y las plantas. Lo anterior denota implicaciones en la función natural del ecosistema, por ejemplo: el ciclo de nutrientes, la fijación biológica de nitrógeno y la degradación de materia orgánica. Por lo tanto, la contaminación por metales pesados puede tener un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo de la planta, así también en su producción, diversidad y actividad de los propios organismos, así mismo una alta concentración de plomo o cadmio en suelos limita la microbiota e impide la descomposición de materia orgánica [3]. Los metales pesados se encuentran presentes en lugares donde se ha utilizado agua residual para el riego agrícola [4]. Interactúan entre sí con los nutrientes de las plantas, lo que denota un efecto negativo sobre las mismas y resultan peligrosos por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad [5]. Las interacciones entre metales pueden ocurrir tanto en la superficie de la raíz como dentro de la planta, afectando la absorción y transporte de micronutrientes como el hierro, manganeso y zinc; ya que los metales pesados compiten por los mismos sitios de absorción del suelo y por lo sistemas de transporte como lo son el cadmio y arsénico que compiten con el zinc, calcio, níquel, cobre y fósforo [6].

Los metales del suelo son absorbidos fuertemente en la raíz, posteriormente siguen una conducción metabólica, una transferencia selectiva al simplasma y por último son transportados a la parte superior de la planta. Según Carbonell y cols. [7], los niveles más altos de metales pesados se encuentran en la raíz de la planta, con valores intermedios en la parte vegetativa, por lo que los productos cultivados más próximos al suelo, como las hortalizas de raíz, son los que acumulan la mayor concentración de metales.

El Estado de Sonora, considerado una de las regiones que posee importantes yacimientos de minerales, ocupando los primeros lugares en la producción de Cu, Pb y Zn, motivo por el cual los suelos presentan niveles elevados de Cu, As, Pb, entre otros. Conforme a los reportado por Wyatt y col. [8], en su estudio realizado en los principales pozos y ríos que abastecen a la capital de Sonora, Hermosillo, Guaymas y Nacozari; es dónde se encontraron niveles elevados de Pb (0.016- 0.015 $\mu\text{g/g}$, As (0.059-0.0305 $\mu\text{g/g}$), mercurio (Hg) (0.001-0.005 $\mu\text{g/g}$) y Cd (0.011-0.012 $\mu\text{g/g}$). Por lo anterior, en el presente trabajo se busca conocer el efecto de las concentraciones de metales (Cd y Pb) sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de melón (*Cucumis melo* L.) cv Honeydew.

Metodología

Se utilizaron semillas de melón (*Cucumis melo* L.), cv Honeydew de la variedad de Vanessa F1, con un porcentaje de viabilidad del 99% de los productores de Shampock Seed Company, Inc.

El tratamiento de las muestras consistió en 12 soluciones de cadmio y plomo. En el caso del plomo las concentraciones fueron de 0, 50, 100, 150, 200 y 300 mg/L; para el cadmio se manejaron concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20, 25 mg/L. De dichas soluciones 25 ml se añadieron a 12 grupos que contenían 7 semillas de melón colocadas sobre papel filtro en bolsas de polietileno en charolas de plástico. Los tratamientos se hicieron por duplicado, generando 24 grupos de estudio. Una vez realizados los tratamientos, las muestras se pusieron a incubar durante 9 días a 30°C con una humedad relativa (HR) de 80%. Se registró el momento de germinación, además se realizaron mediciones diarias del crecimiento y desarrollo de raíz y tallo.

Resultados y discusión

Las distintas concentraciones de plomo y cadmio no afectaron la germinación de las semillas de melón, ya que en ambos tratamientos (figura 1) el mayor porcentaje de germinación ocurrió al segundo día de exposición a los mismos.

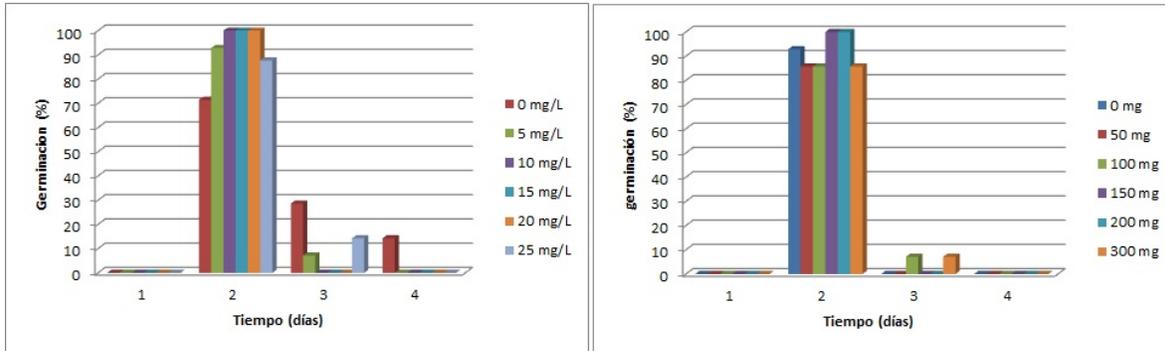


Figura 1. Germinación (%) de semillas de melón expuestas a concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 mg/L de cadmio (izquierda) y 0, 50, 100, 150, 200 y 300 mg/L de plomo (derecha) durante 9 días a 30°C y 80% de HR.

En cambio, el crecimiento y desarrollo de la raíz se vio fuertemente afectado por el plomo, ya que concentraciones desde 50 mg/L de plomo arrestaron el crecimiento de la raíz con respecto a su control. Además, este efecto fue más marcado con el aumento en la concentración del metal (figura 2- derecha). El cadmio, no afectó el crecimiento de este órgano ya que su comportamiento fue similar que el control (figura 2-izquierda).

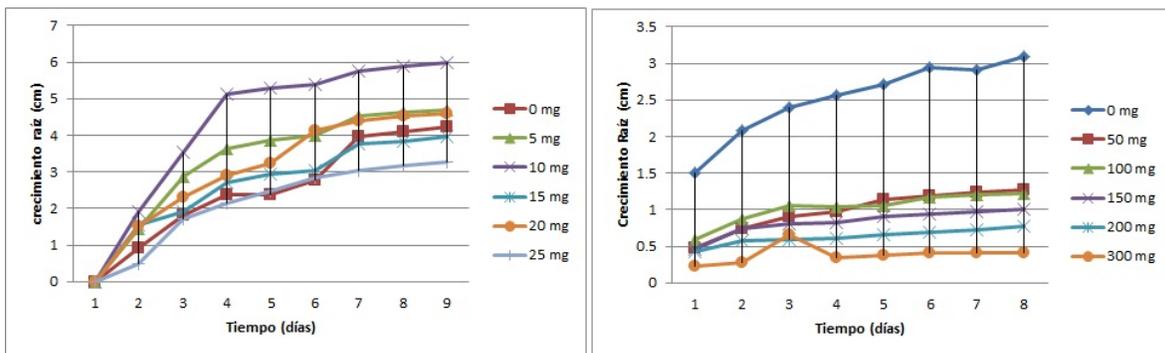


Figura 2. Crecimiento de raíz (cm) de semillas germinadas de melón expuestas a concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 mg/L de cadmio (izquierda) y 0, 50, 100, 150, 200 y 300 mg/L de plomo (derecha) durante 9 días a 30°C y 80% de HR.

Por otro lado, el crecimiento y desarrollo del tallo se vio favorecido por las distintas concentraciones de cadmio (figura 3-izquierda), ya que las semillas germinadas expuestas desde 5 mg/L hasta 25 mg/L presentaron un crecimiento de 2 a 3 veces mayores que su control y este aumento fue paulatino respecto tanto al tiempo de exposición como a las aumento en las concentraciones de este metal. Un efecto contrario se observó en las semillas expuestas al plomo. En este caso, se detectó una inhibición en

el crecimiento del tallo. Este órgano resulto ser más sensible a las distintas concentraciones del plomo que del cadmio. Sin embargo es importante resaltar que la toxicidad del plomo afecto drásticamente tanto el crecimiento y desarrollo de la raíz como del tallo en las semillas germinadas de melón.

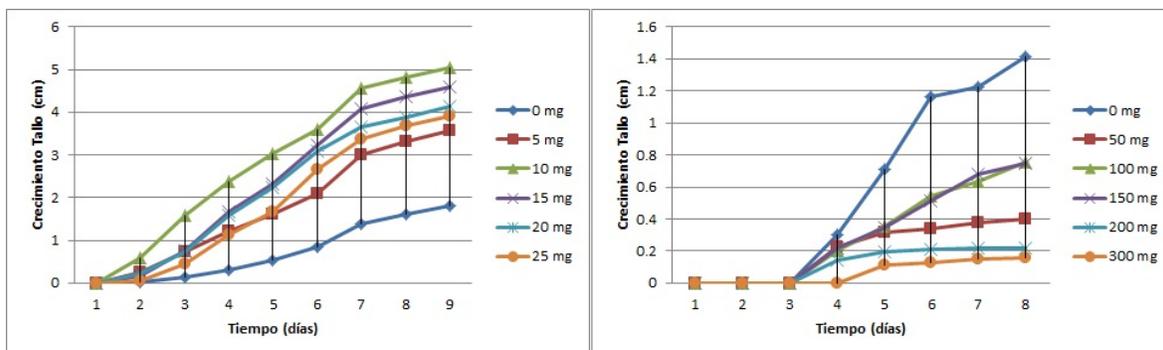


Figura 3. Crecimiento de tallo (cm) de semillas germinadas de melón expuestas a concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 mg/L de cadmio (izquierda) y 0, 50, 100, 150, 200 y 300 mg/L de plomo (derecha) durante 9 días a 30°C y 80% de HR.

La inhibición del crecimiento y desarrollo de las semillas germinadas de melón aumento con forme aumento la concentración del plomo. Resultados similares fueron reportados donde muestran que al aumentar las concentraciones de plomo se arresta el crecimiento de la raíz en *Arabidopsis*.

La germinación y el crecimiento y desarrollo de las plantas son eventos esenciales para el establecimiento de las mismas. En este estudio se obtuvo una reducción en el crecimiento y desarrollo de las semillas germinadas de melón debido a la toxicidad ejercida por el plomo, lo cual ha sido reportado por varios autores. Por otro lado, las concentraciones de cadmio ensayadas no afectaron el crecimiento y desarrollo de las semillas germinadas debido a las bajas concentraciones utilizadas, ya que probablemente se deba a que la cubierta de la semilla impidió la toxicidad selectiva mediada por la penetración del metal.

Conclusiones

En base al desarrollo y crecimiento de plántulas obtenidas, se concluye que las semillas de melón (*Cucumis melo L.*) cv Honeydew sometidos a bajas concentraciones de cadmio no afectaron, más bien promovieron el desarrollo y crecimiento de las semillas germinadas, mientras que las tratados a concentraciones mayores de 50 mg/L de plomo, arrestaron el desarrollo y crecimiento de las mismas.

Bibliografía

- [1] Sastre, I., Vicente, M.A. y Lobo, M.C. (2001). Behaviour of cadmiun and nickel in a soil amended with sewage sludge. *Land Degradation and Development*, 12 (1), 29-36.
- [2] Korentejar, L. (1991). A review of the agricultural use of sewage sludge: Beneficts and potencial hazards. *Water SA*. 17(3): 189-196.
- [3] Silva G.S., Muñoz O.A., De la Isla de Bauer M.L. e Infante G.S. (2002). Contaminación Ambiental en la región de Atlixco, Puebla. *Terra* 20, 243-251.
- [4] Hettiarchchi G.M. y Pierzynski G.M. (2002). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide: Influence of plant growth. *J. Environ. Qual.* 31, 564-573. [5] Mahler R.L. (2003). General overview of nutrition for field and container crops. En: National Proceeding: Forest

and Conservation Nursery Associations. Riley, L. E., Dumroese R. K., Landis, T. D. Tech. Coords. June 9-12; Coeur d`Alene, ID; and 2003 July 14-17; Springfield, IL. Proc. RMRS-P-33.

[6] Carrillo-González R., y González-Chávez M.C.A. (2006). Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes. *Environ. Pollut.* 144, 84-92.

[7] Carbonell- Barrachina, A.A., Carbonell- Burló, E.M. y Mataix, J.J. (1995). Arsénico en el sistema suelo-planta. (1 ed.). Madrid, España: Edit. Universidad de Alicante.

[8]Wyatt, J., Fimbres, L.R., Méndez, R.O. y Grijalva, M. (1998). Incidence of Heavy Metal Contamination in Water Supplies in Northern Mexico. *ELSEVIER, Environmental Research*, 76(2), 114-11

ARTÍCULO 9. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO EN UN MATORRAL XERÓFILO DE SONORA.

Guerra Lugo M.¹, Yépez González E. A.², Estrada Alvarado M. I.¹, Díaz Tenorio L. M.¹ y
Garatuza Payan J.²

¹ Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. ² Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. Autor de correspondencia:

mgl.17@hotmail.com

Palabras clave: Biogeociencias, Cianobacterias, Carbono.

Introducción

Más del 40% del territorio mexicano está formado por los ecosistemas áridos y semiáridos, los cuales son ecosistemas altamente heterogéneos por la amplia variación en los patrones de temperatura, precipitación y distintos tipos de suelos [1]. En estos ecosistemas hasta el 70% de cobertura en el suelo presentan costras biológicas del suelo (CBS) ocupando los espacios no cubiertos por la vegetación [2]. Las CBS son una asociación entre las partículas del suelo y los microorganismos que lo conforman en diferentes proporciones, entre ellos cianobacterias, microhongos, líquenes y briófitos que viven dentro de la superficie del suelo [2]. Las CBS se encuentran en todas las regiones del mundo, en ecosistemas árticos, boreales y desérticos. En estos últimos debido a su actividad biológica las CBS juegan un rol importante en la biogeoquímica del ecosistema, aunque su actividad depende directamente de las precipitaciones [3].

La actividad metabólica que realizan los diferentes grupos de microorganismos de las CBS, juegan un papel clave modulando varios aspectos de los ciclos biogeoquímicos del carbono (C) y nitrógeno (N) del ecosistema incrementando la estabilidad del suelo [4].

La morfología de las costras depende directamente de los microorganismos predominantes, y a su vez esto depende de las condiciones climáticas del ecosistema [2]. Los microorganismos autótrofos que componen las costras biológicas del suelo juegan un papel importante en el ciclo del C en el ecosistema [5]. La asimilación de este elemento al suelo se da principalmente por el proceso fotosintético por lo que cuantificar los niveles de clorofila en estos sustratos es un indicador útil cuantitativo tanto de la presencia de microorganismos autótrofos así como del grado de desarrollo de la CBS [6]. Otras investigaciones han demostrado que los niveles de clorofila *a* es un buen indicador de estabilidad del suelo la cual se demuestra como indicador de biomasa total de cianobacterias presentes en las CBS. La determinación espectrofotométrica de concentraciones de clorofila se han determinado con éxito para los organismos como las cianobacterias derivados de una variedad de muestras ambientales [6].

En el Noroeste de México y en particular en la zona central de Sonora, la diversidad de microorganismos en las costras biológicas y sus implicaciones para la función ecosistémica como la fertilidad del suelo o la erosión en el contexto de los cambios de uso de suelo y el cambio climático es aún desconocida. En consecuencia el propósito de este trabajo identificar los microorganismos que conforman las CBS en base a su morfología y evaluar el potencial de asimilación de carbono (C) por medio de la determinación de

niveles de clorofila *a* para determinar el impacto que tienen en la estabilidad y funcionalidad del ecosistema.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio es un matorral xerófilo que se localiza en el municipio de Rayón el cual se encuentra en la parte central del estado de Sonora México, a una altitud de 618 metros sobre el nivel del mar. Rayón cuenta con un clima seco semicálido Bs.hw(2), con una temperatura media anual de 21.4°C. y una precipitación media anual de 424 mm, [8].

La vegetación del sitio se caracteriza por soportar condiciones de aridez, como especies micrófilas, con presencia de espinas y caducifolias en temporadas desfavorables.

La vegetación arbórea que predomina *Fouquieria macdougalii* (ocotillo macho) y *Jatropha cordata* (papelillo). Mientras que en la vegetación arbustiva destacan: Rama amarga (*Ambrosia cordifolia*), Rama blanca (*Encelia farinosa*), Tomatillo (*Lycium berlandieri*) y una notable dominancia de Gatuña (*Mimosa distachya*). en el sitio son *Acacia cochliacantha* (huinolo), *Parkinsonia praecox* (palo verde).

Muestreo en campo

Se colectaron muestras de CBS en tres micrositios del matorral xerófilo 1) en una área con importante cobertura de las especies dominantes pero bajo el dosel de la leguminosa *Mimosa distachya* (área cubierta; A), 2) un área dominada por *M. distachya* pero con poca dominancia de las demás especies, aun bajo el dosel de *M. distachya* (área descubierta; B) y 3) en un área con importante cobertura de las especies dominantes pero debajo del dosel de *Fouquieria macdougalii*, arbusto que a diferencia de *M. distachya* no es una leguminosa. Cada micrositio fue muestreado dentro de un radio de 200 m de una estación meteorológica de monitoreo a largo plazo. De cada tipo de micrositio se tomaron 6 muestras con una espátula a aproximadamente 2 mm de la superficie del suelo tratando de mantener la condición original de la costra. Las muestras fueron depositadas en contenedores de plástico herméticos previamente esterilizados con una capacidad de 100g. Una vez que las muestras se depositaron en el contenedor se etiquetaron y se sellaron herméticamente. Con lo anterior se pretendió asegurar que no se fracturaran las muestras al momento de trasladarlas al laboratorio evitando su contaminación.

Determinación de clorofila *a*.

Para determinar las concentraciones de clorofila *a* en las CBS, se pesaron 3 gramos de la muestra libre de suelo, los cuales se maceraron en un mortero manual de porcelana hasta pulverizar la muestra, posteriormente se pesó para corroborar el peso. El macerado se añadió a un vial de vidrio con tapón de rosca con 9 ml de etanol absoluto. La finalidad de estos procedimientos es que las células bacterianas se rompan y los pigmentos se disuelvan en el solvente. Dicho recipiente fue etiquetado y colocado en un baño con agitación a una temperatura de 80 °C durante 5 minutos. Posteriormente se retiró del agitador y se dejó enfriar durante 30 min, por último se centrifugó la muestra a 5000 rpm por 5 min, se decantó la solución acuosa del centrifugado a una celda de plástico de 1 cm de ancho interno y se pasó a leer en un espectrofotómetro UV Vis a longitudes de onda de 665nm y 750nm respectivamente. Las determinaciones de clorofila *a* se llevaron a cabo en penumbra para evitar la degradación de la molécula de clorofila *a*. Fueron utilizadas dos longitudes de onda tomando en cuenta los pigmentos microbianos los cuales consisten principalmente en clorofilas (*a*, *b* y *c*) y carotenoides (carotenos y xantófilas). La absorbancia de 750nm demuestra la turbidez de la muestra analizada y la

Concentración de clorofila a

absorbancia de 665 nm arroja la ecuación 1. Para determinar la clorofila a, una vez que se obtuvieron los valores de absorbancias de 750 nm se restaron al de 665 nm para eliminar el posible error generado por la turbidez de la muestra y el producto de la operación, se procedió a procesarla en la ecuación 1 obteniendo los resultados en de μg clorofila a g^{-1} de suelo, obteniendo así la concentración de clorofila a de cada muestra [6].

Las diferencias en los promedios de las concentraciones de clorofila a en cada micrositio fueron evaluadas con el paquete estadístico Statgraphics® Plus 5.1 (Statistical Graphics Corp.1994-2001) con el cual se realizó una prueba de variancia de una vía con datos sin transformar.



Donde la concentración de clorofila a se da en μg por g de suelo seco, el valor 11.90 es una constante de la ecuación para el tipo de solvente, 665_0 es la absorbancia en nm descartando la turbidez, V es el volumen de etanol absoluto (ml), q es el peso en gramos de muestra de CBS en seco y L es la longitud de celda espectrofotométrica (cm).

Resultados y discusión**Concentraciones de clorofila a en CBS**

La concentración de clorofila a en las CBS de los tres micrositios muestreados no mostraron tener diferencia estadísticamente significativa (P-valor de 0.0732) entre ellos. Sin embargo, se mostró una tendencia a que el sitio con mayor concentración de clorofila a fue el sitio cubierto por la leguminosa *Mimosa distachya* con una concentración promedio de $27.97 \pm 3.45 \mu\text{g}$ de clorofila g^{-1} de suelo, y similar a los micrositios cubiertos por *Fouquieria macdougalii* (no leguminosa) $25.05 \pm 5.5 \mu\text{g}$ de clorofila g^{-1} de suelo. Mientras que en un sitio más arbustivo y abierto, la concentración de clorofila de las CBS aun debajo de *Mimosa distachya* fue de $16.02 \pm 2.05 \mu\text{g}$ de clorofila g^{-1} suelo (figura 1).

Este resultado es destacable ya que no se detectaron diferencias importantes en las concentraciones de clorofila a (y por lo tanto en la actividad de las CBS) bajo el dosel de leguminosas como *M. distachya* y el *Fouquieria macdougalii* que no es leguminosa. La concentración de clorofila es un indicador cuantitativo útil tanto de la presencia de autótrofos como del grado de desarrollo de la CBS, aunado a su coloración oscuro [6]. La concentración de clorofila demuestra indirectamente la presencia de biomasa microbiana autótrofa como lo son las cianobacterias las cuales son identificadas por su color característico oscuro.

De acuerdo a las altas concentraciones registradas de este pigmento en las CBS del matorral xerófilo de Rayón Sonora, se consideran que estas CBS son oscuras en una etapa de sucesión madura con una importante presencia de microorganismos autótrofos particularmente cianobacterias [6]. De acuerdo a los estudios realizados en otros sitios bajo condiciones climáticas similares, se han encontrado concentraciones de clorofila del orden de $12.37 (\pm 0.31) \mu\text{g}$ de clorofila g^{-1} suelo y $12.41 (\pm 0.18) \mu\text{g}$ de clorofila g^{-1} suelo costras en oscuras y costras oscuras e intermedias respectivamente [6]. Estos valores en comparación con los del presente trabajo indican que las concentraciones de este

Figura 5. Concentración de clorofila a en los tres micrositios muestreados, que en el desierto frío de Utah el suroeste de USA.

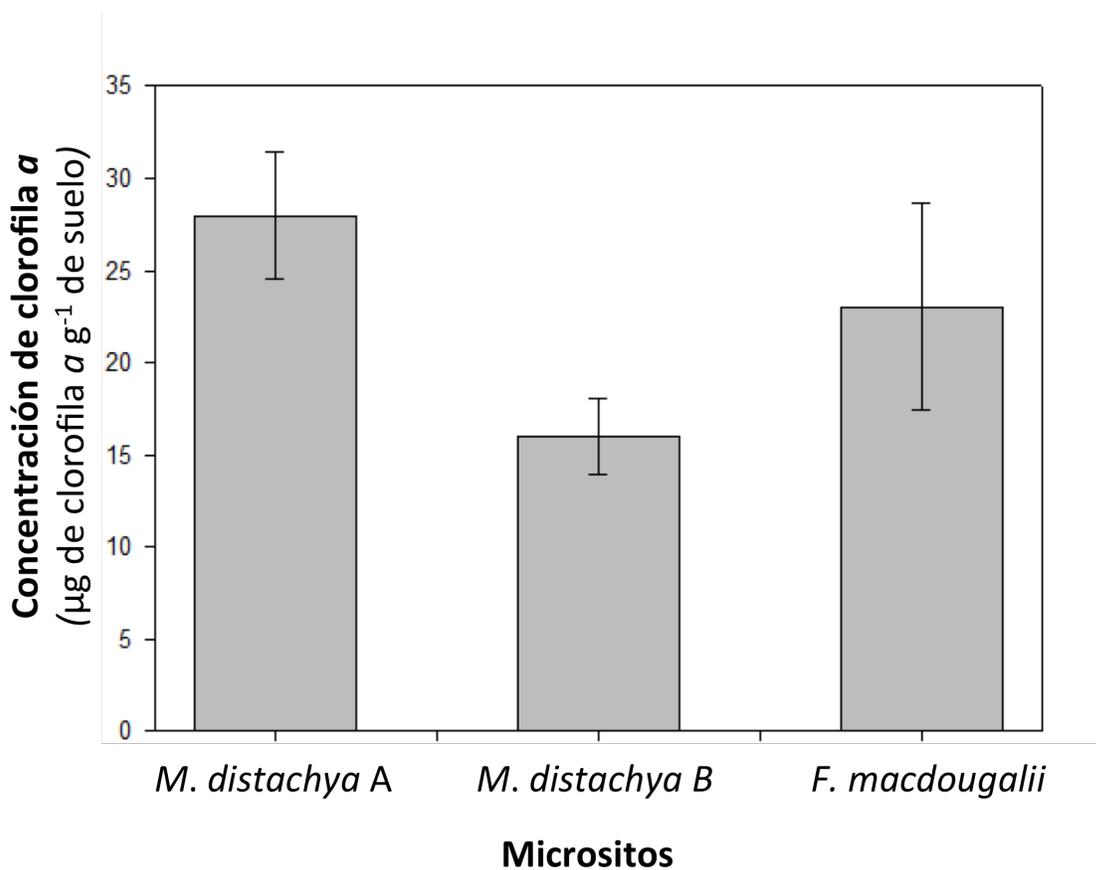


Figura 1. Concentración de clorofila a en los tres micrositios muestreados.

Identificación morfológica de CBS.

Las costras biológicas del suelo estudiadas en el matorral de Rayón Sonora representan un porcentaje significativo de suelo (fig. 2), se encuentran tanto en suelo descubierto así como en el suelo cubierto por vegetación, formando grandes manchas negras sobre la superficie del mismo. Según su textura, se observaron dos tipos de CBS. El primer tipo de CBS encontradas en el sitio muestran pequeños grumos dando una apariencia rugosa, gruesa y frágil. El segundo tipo de CBS presenta una apariencia lisa con consistencia sólida, dura y firme sobre el suelo (fig. 2). Esta coloración oscura y textura rugosa, lisas de las muestras sugieren presencia de biomasa microbiana autótrofa dominante en etapas avanzadas principalmente cianobacterias y líquenes [6].



Figura 2. Magnitud y morfología de costras biológicas del suelo en periodos húmedos y secos. . a) Magnitud de la cobertura de costras biológicas sobre superficie del suelo del sitio estudiado, b) costras rugosa, frágil y oscura sobre la superficie de suelo seco, c) costras lisa, sólida y oscura sobre la superficie del suelo seco, d) costras de suelo oscuro en periodo húmedo.

Según Castle *et al.* [6], las costras biológicas dominadas por cianobacterias suelen ser oscuras o negras y su crecimiento es favorecido en suelos alcalinos así como en suelos con alto contenido de sal, suelen resistir a temperaturas elevadas y pueden llegar a sobrevivir en condiciones de poca humedad, aunque la disponibilidad de este recurso es de suma importancia para activarse y poder realizar la fotosíntesis.

Se han realizado estudios sobre la diversidad de genes de la comunidad microbiana en las CBS, caracterizando cada sitio por una serie de parámetros relacionados con el tipo de suelo, la geoquímica y la textura, así como la geografía y el clima, en donde demuestran que los microorganismos autótrofos como las cianobacterias son los protagonistas de los ciclos biogeoquímicos aportando grandes beneficios al ecosistema a través de su metabolismo que se activa al recibir pulsos significativos de lluvia [7], con consecuencias importantes para la disponibilidad de recursos asimilación y fijación de elementos. Los microorganismos de las CBS tienen la capacidad de perdurar en condiciones climáticas extremas, ya sean frías y/o calientes, dominando en estas condiciones las especies de cianobacterias filamentosas, no heterocistas como *Microcoleus vaginatus* y *Microcoleus steenstrupii*. El primero se considera que es el más común y generalizado en las costras biológicas de cianobacterias, ambas especies tienen la capacidad de estabilizar el suelo al entrar en contacto con él. *M.steenstrupi*se considera una de las especies de las cianobacterias termotolerantes que abundan en

ecosistemas cálidos o calientes con temperaturas de 40°C y se consideran microorganismos pioneros de las CBS en este tipo de ecosistemas [7].

De acuerdo a este estudio podríamos inferir que *Microcoleus steenstrupii* son las cianobacterias que dan la coloración oscura y dominan a las CBS del matorral de Rayón Sonora. Otro aspecto notable de las CBS del matorral xerófilo de Rayón Sonora es su hidrotaxis. Este fenómeno se visualiza en forma de mosaico tomando una coloración oscura y verde por la presencia de microorganismos autótrofos particularmente cianobacterias (fig. 2d), ya que los microorganismos migran hacia la superficie de la corteza del suelo para realizar su trabajo de asimilación y fijación de elementos, al escasearse la humedad los microorganismos tienden a sumergirse y entrar en estado de latencia [7], provocando con ello el almacenamiento de energía generada mientras se encuentran en condiciones óptimas para volver activarse.

Conclusiones

De acuerdo a la morfología las CBS de Rayón sonora mostraron una coloración oscura indicando con ello la presencia de cianobacterias [2].

Con respecto a las características climáticas del sitio estudiado se atribuye la existencia de *Microcoleus steenstrupii* en las CBS [7].

Las CBS estudiadas mostraron concentraciones altas de clorofila a lo cual sugiere un alto potencial de asimilación de carbono [6].

Los microorganismos de las CBS juegan un papel importante en el rol ecológico dentro del ecosistema, proporcionando con ello la estabilidad y funcionalidad del mismo.

Bibliografía

- [1] YEPEZ E.A., WILLIAMS D.G., 2009. Precipitation pulses and ecosystem carbon and water exchange in arid and semiarid environments. In: De la Barrera E. and Smith W. (eds.) Biophysical Plant Ecology: Perspectives and Trends. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [2] CASTILLO-MONROY, A. P., & MAESTRE, F. T. (2011). La costra biológica del suelo: Avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica. Revista chilena de historia natural, 84(1), 1-21
- [3]. AUSTIN, A. T., YAHDJIAN, L., STARK, J. M., BELNAP, J., PORPORATO, A., NORTON, U., & SCHAEFFER, S. M. (2004). Water pulses and biogeochemical cycles in arid and semiarid ecosystems. *Oecologia*, 141(2), 221-235.
- [4] BELNAP, J., PHILLIPS, S. L., & MILLER, M. E. (2004). Response of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Oecologia*, 141(2), 306-316.
- [5] THOMAS, A. D., & HOON, S. R. (2010). Carbon dioxide fluxes from biologically-cruste Kalahari Sands after simulated wetting. *Journal of arid environments*, 74(1), 131-139.
- [6] CASTLE, S. C., MORRISON, C. D., & BARGER, N. N. (2011). Extraction of chlorophyll a from biological soil crusts: A comparison of solvents for spectrophotometric determination. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(4), 853-856.
- [7] GARCIA-PICHEL, F., LOZA, V., MARUSENKO, Y., MATEO, P., & POTRAFKA, R. M. (2013). Temperature Drives the Continental-Scale Distribution of Key Microbes in Topsoil Communities. *Science*, 340(6140), 1574-1577.
- [8] DE ATLAUTLA, A. (2005). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. *Estado de México, Atlautla [En línea]. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal y Gobierno del Estado de México. Disponible en: e-local. gob. mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15015. html [fecha de acceso: Junio de 2031].*

ARTÍCULO 10.
ACTIVIDAD ANTIANGIOGÉNICA DE EXTRACTOS DE LA MICROALGA
MARINA *Tetraselmis suecica*

Ulloa Mercado R. G^{1.}, Novio S^{2.}, Gortares Moroyoqui P^{1.}, Rentería Mexía A. M^{1.} y Sineiro J^{3.}

1. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. Antonio Caso s/n, Col. Villa ITSON, C.P. 85135, Ciudad Obregón, Sonora, México. Tel +52 644 4 10 90 00, ext. 1280. E-mail: ruth.ulloa@itson.edu.mx
2. Departamento Odontología, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad Santiago de Compostela. Rúa de San Francisco, s/n. 15782. Santiago de Compostela, España.
3. Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad Santiago de Compostela. Rúa Lope Gómez de Marzoa, s/n. C.P. 15782. Santiago de Compostela, España.

Palabras clave: Antiangiogénesis, microalgas, *Tetraselmis suecica*.

Introducción

Dentro de los organismos marinos más interesantes y diversos, se encuentran las microalgas. El cultivo masivo de microalgas se ha desarrollado intensamente en los últimos años y la variedad de metabolitos que se obtienen de ellas son tan diversos como sus aplicaciones. Los productos de la biotecnología de microalgas se aprovechan en diversos sectores como el alimentario, energético, farmacéutico, sanitario y medioambiental [1]. Por otra parte, se ha demostrado que ciertas especies de microalgas producen diferentes compuestos con actividad antibacteriana, antiviral, anticancerígena, antioxidante y antifúngica [2]. Así, microalgas como *Chlorella* pueden ser empleadas para el desarrollo de alimentos funcionales con potenciación inmunológica para prevenir enfermedades, debido a sus efectos antitumorales, hepatoprotectores, inmunoestimulantes, antibacterianos y antioxidantes. Dentro de estos últimos, se destaca la presencia de antioxidantes naturales como la luteína, el β -caroteno, el ácido ascórbico y el α -tocoferol, que son compuestos con la capacidad de inhibir los radicales libres.

En organismos aeróbicos, las especies reactivas de oxígeno son esenciales para producir energía, detoxificación, señales químicas y funciones inmunes, pero su sobreproducción en el cuerpo humano o una exposición a sustancias oxidantes externas pueden provocar un fallo en el mecanismo de defensa y podría causar daño en las biomoléculas como el DNA, lípidos y proteínas [3]. Este daño está asociado con un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer y otras enfermedades crónicas. Los polifenoles, ácidos grasos, pigmentos, tocoferoles, ácido ascórbico y enzimas antioxidantes son algunos ejemplos de compuestos con actividad antioxidante que previene estos daños en las células vivas [4].

Tetraselmis suecica, inicialmente denominada *Platymonas*, es una microalga marina unicelular de color verde, con forma generalmente oval con 4 flagelos isodinámicos. Su tamaño celular es de alrededor de 10 micrómetros de diámetro. Se caracteriza por su fácil cultivo y su alta productividad. *T. suecica* puede ser cultivada masivamente y con bajos costos de producción y su uso principal ha sido en el área de acuicultura como alimento vivo para bivalves y moluscos. Sin embargo, el potencial que presenta esta microalga es enorme debido a su composición bioquímica y a su metabolismo fácilmente adaptable a

condiciones ambientales cambiantes. La composición típica de *T. suecica* es 42% de proteínas, 25% de lípidos y 22% de carbohidratos, además de que el 42% de los lípidos totales son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, principalmente del tipo omega-3.

Recientemente, la aplicación de los extractos de microalgas abre un nuevo horizonte, aprovechando los compuestos bioactivos para evitar el daño en los organismos ocasionado por la sobreproducción de las especies reactivas de oxígeno. Además, los extractos de *T. suecica* han mostrado tener potencial antioxidante como inhibidor de radicales libres además de que presentan protección de la peroxidación de lípidos [5]. Por todas estas razones, esta microalga se considera una fuente natural de antioxidantes y su utilización como una nueva y promisoría alternativa de este tipo de productos. De acuerdo a lo anterior, *T. suecica* presenta una actividad antioxidante natural del 25% de inhibición del DPPH y que ésta está significativamente correlacionada con el contenido de polifenoles totales (0.5 mg GAE/g), además de poseer alfa-tocoferol y carotenos [6], sin embargo, la presencia de estos compuestos antioxidantes se pueden incrementar en la célula modificando las condiciones de cultivo de la microalga. Por otra parte, las ficocianinas, vitamina B12, ácidos fenólicos y tocoferoles aislados a partir de *Spirulina platensis* parecen presentar actividad antitumoral y anticancerígena [7]. Asimismo se ha demostrado que extractos ricos en flavonoides de *Chlorella vulgaris* reducen la migración de células tumorales, lo que conlleva una inhibición de la metástasis [4].

Otro aspecto importante a resaltar es la preparación de los extractos. Se han establecido diferentes procedimientos para obtener los extractos de microalgas como la digestión enzimática [5], extracción supercrítica [4] la extracción con líquidos presurizados y la extracción con agua subcrítica [2], asimismo se han utilizado para este fin, una amplia gama de solventes como agua, etanol, metanol, hexano y acetato de etilo, éter de petróleo, entre otros.

En general, las características mostradas por *T. suecica*, la hacen una buena candidata para estudiar su actividad anticancerígena y por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto antiangiogénico los extractos de la microalga *T. suecica* en la actividad antiangiogénica de células cancerígenas de próstata (PC3).

Metodología

Preparación de extractos. Se prepararon diferentes extractos de la biomasa de *T. suecica* con la finalidad de probar su efecto en líneas celulares cancerígenas de próstata. La extracción se realizó de la misma forma cuando se utilizó metanol, etanol, metanol-agua (50%): a 20 g de biomasa se adicionaron 600 ml del disolvente, se agitó vigorosamente y se puso en baño de ultrasonido con hielo durante 45 min. Después, se centrifugó a 3500 g durante 10 min y se separó la parte líquida, que se filtró a través de papel filtro Whatman n°. 1 y posteriormente a través de una membrana de 0.45 µm de tamaño de poro, Una vez filtrado se evaporó el disolvente en el rotavapor y se liofilizó. Además se preparó un extracto acuoso, donde a 6 g de biomasa liofilizada se le agregaron 180 ml de agua y se sometió a un ultrasonido UIP1000HD (Dr. Hielscher) durante 35 s a una amplitud del 75%. Una vez sonicado, se centrifugó y se realizó la misma operación que la realizada para los extractos anteriores. Por otra parte, se prepararon extractos aplicando una extracción secuencial con hexano, acetato de etilo y agua; para ello, a 20 g de biomasa se le agregaron 200 ml de hexano, se agitó vigorosamente y se dejó en contacto durante 30 min a temperatura ambiente, se centrifugó a 3500 g durante 10 min y se recogió el sobrenadante. Este proceso se repitió 2 veces para el hexano, se juntaron los sobrenadantes y se evaporó el disolvente en un

rotavapor. Una vez terminada la extracción con hexano, a la biomasa residual de esa extracción se le adicionaron 200 ml de acetato de etilo y se realizó el mismo procedimiento que para el hexano; finalmente se hizo una extracción con agua a 80°C en las mismas condiciones que la extracción anterior. Una vez evaporados los disolventes, los sólidos fueron liofilizados. En la tabla 1 se resume la nomenclatura utilizada para cada uno de los extractos.

Tabla 1. Codificación de extractos de *T. suecica* utilizados en el ensayo celular.

Código de muestra	Disolvente	Método aplicado
TSUS1	Agua	Ultrasonido
TSUS2	Metanol-agua (50%)	Baño de ultrasonido
TSUS3	Metanol	Baño de ultrasonido
TSUS4	Etanol	Baño de ultrasonido
TSES1	Hexano	Extracción secuencial
TSES2	Acetato de etilo	Extracción secuencial
TSES3	Agua	Extracción secuencial

Ensayo celular. La actividad anticancerígena de los extractos se determinó en líneas celulares de cáncer de próstata andrógeno independientes (PC3). Estas células se obtuvieron a través de la American Type Culture Collection (pasaje 7; CRL-1435, London, UK). Las células PC3 se cultivaron en medio F-12K (ATCC 30-2004, modificación Kaighn's del medio F-12 Ham's) suplementado con suero bovino fetal (FBS) al 10% y solución antibiótica-antimicótica al 1% (ATCC). Las células fueron sembradas e incubadas a 37°C en una atmósfera humidificada al 95% y una concentración de CO₂ del 5%.

Medición del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF). Las células PC-3, se sembraron en una placa de cultivo de 96 pozos a una densidad de 5000 cel/pozo y se mantuvieron en cultivo con medio suplementado con 10% de FBS durante 24 h a 37°C. Posteriormente, a las monocapas de PC-3 se añadieron diferentes concentraciones (50, 100 y 200 ppm) de los extractos de *T. suecica* por un período de 48 h; transcurrido ese tiempo, se determinó el nivel de VEGF en los sobrenadantes mediante un ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA). Para ello, se añadieron 100 µL del sobrenadante del cultivo celular en cada uno de los pocillos y se incubaron durante 2.5 h a temperatura ambiente con agitación suave. Después se hicieron 3 lavados de 300 µL y se añadieron 100 µL del anticuerpo biotinado en cada uno de los pocillos. Se incubó durante 1 h a temperatura ambiente con agitación suave. Posteriormente, se hicieron 4 lavados de 300 µL y se añadieron 100 µL de una solución de estreptavidina en cada uno de los pocillos y se incubó durante 45 min a temperatura ambiente con agitación suave. Se realizaron 4 lavados con 300 µL y se añadieron 100 µL de tetrametilbencidina y se incubó durante 30 min a temperatura ambiente con agitación suave y en la oscuridad. Después de la adición de terametilbencidina, se midió la absorbancia a 450 nm en un

lector de placas. Para la estandarización, se realizaron diluciones seriadas de la VEGF recombinante humana.

Viabilidad celular. Se determinó mediante el método de tinción con azul tripán. Este es un colorante vital que se introduce en las células que presentan ruptura o daño en la membrana plasmática. La viabilidad celular fue expresada en %.

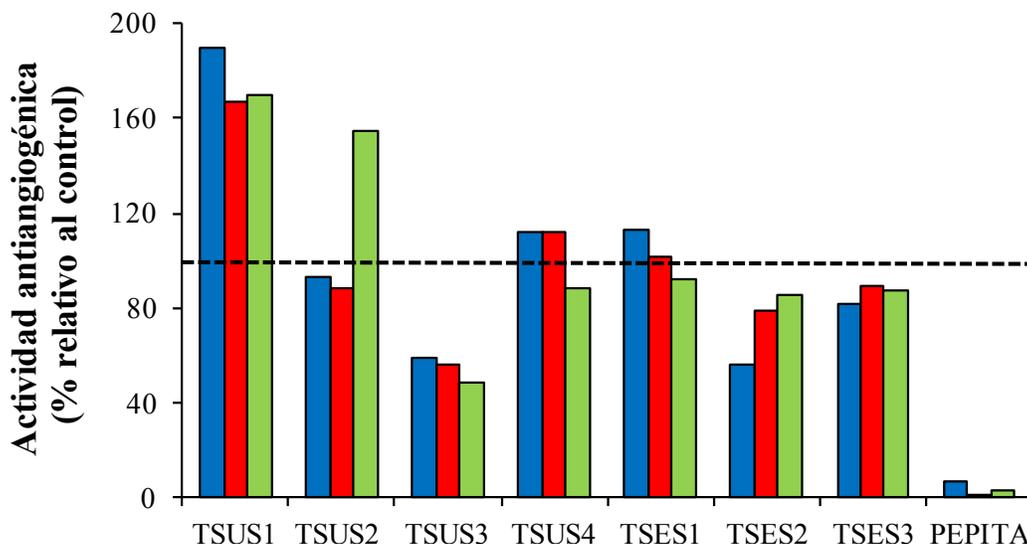
Resultados y discusión

En este trabajo se estudió el efecto de los extractos de la microalga *T. suecica* en la citotoxicidad y la actividad anticancerígena en líneas celulares de próstata (PC3). Para ello se prepararon los extractos a partir de la aplicación de diferentes procedimientos: ultrasonido, baño de ultrasonido y el uso de disolventes, con extracciones en *batch* o secuenciales.

Por una parte, La viabilidad celular fue superior al 89% con todos los extractos ensayados. Por tanto el efecto antiangiogénico (inhibición de la vascularización celular) observado con el ELISA no puede ser atribuido a un aumento de la mortalidad celular, sino más bien a la composición de los extractos ensayados. En este sentido, la citotoxicidad mostrada por los extractos de *T. suecica* (nunca superior al 11%) fue inferior que la mostrada por los extractos de *Spirulina maxina* con un 19.1% [7].

El tratamiento se basa en intentar impedir la angiogénesis que es un proceso fundamental en la malignización de un tumor ya que la angiogénesis induce el crecimiento capilar en el tumor y lo provee de los nutrientes que necesita para crecer.

La evaluación del nivel de proteína VEGF extracelular fue determinada en los sobrenadantes de células PC3 incubadas durante 48 horas con diferentes extractos naturales empleándose una técnica de ELISA. Los resultados obtenidos, que se muestran en la fig. 1 donde se presenta el % relativo al control de la expresión de la VEGF para cada uno de los extractos a las 3 concentraciones ensayadas (50,100 y 200 mg/L), indican que el extracto TSUS1 indujo una importante sobreexpresión de VEGF en todo el rango de concentraciones utilizadas. Un efecto similar fue observado en el tratamiento de las células con TSUS2 a la máxima concentración ensayada (200 mg/L).



Tratamientos

Figura 1. Actividad antiangiogénica de los extractos de *T. suecica* en líneas celulares de cáncer de próstata. Dosis: ■ 50 mg L⁻¹, ■ 100 mg L⁻¹, y ■ 200 mg L⁻¹, Control.

Los extractos TSUS2 (50mg/L ó 100 mg/L), TSUS4, TSES1, TSES2 (200mg/L) y TSES3 (100 y 200 mg/L) indujeron un ligero cambio en la concentración de VEGF medida en el sobrenadante ($p > 0.05$). Sin embargo, se asoció un importante efecto antiangiogénico ($p < 0.05$) a los extractos: TSUS3 (todas las concentraciones), TSES2 (50 mg/L y 100mg/L) y TSES3 (50mg/L) con un valor alrededor del 40-50% superior al encontrado en el control (fig.1).

Con los resultados obtenidos se demuestra que el método de extracción es un factor clave en la obtención de moléculas con más o menos bioactividad; así se tiene que los compuestos presentes en la muestra mediante extracción acuosa no tienen efecto antiangiogénico alguno. Pero, por otra parte, el extracto metanólico preparado en baño de ultrasonido produce un gran efecto en la actividad antiangiogénica. Otro de los factores claves es la dosis utilizada, donde con TSUS1, TSUS3, TSUS4 y TSES1, la actividad mejora conforme aumenta la dosis del extracto añadido en el cultivo celular. En el resto de los tratamientos este comportamiento es inverso.

Muchos de los productos naturales potentes que muestran actividades eficaces contra el cáncer han sido descubiertos en el mundo marino. De hecho, desde principios de los años 90, ha incrementado drásticamente el número de compuestos contra el cáncer a partir de fuentes marinas que se han utilizado en ensayos clínicos humanos. También han sido extensamente estudiados polisacáridos sulfatados, oligosacáridos no digeribles y derivados de la clorofila por su actividad anticancerígena, antimutagénica y por inducir apoptosis en las células cancerígenas [8].

Aparte de esta actividad en células prostáticas, se ha documentado que las moléculas con actividad antioxidante como los polifenoles también presentan actividad como inhibidores de las células de carcinoma de mama [9]. Además, se cree que el α -tocoferol juega un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Conclusiones

Se determinó que los extractos ensayados de *T. suecica* no causan toxicidad a las células, por lo que el efecto antiangiogénico fue causado únicamente por los componentes de los extractos. El extracto preparado con metanol en baño con ultrasonido logra un efecto antiangiogénico de alrededor del 50% comparado con el control, es decir, evita que la mitad de la población celular proliferen por la angiogénesis.

Bibliografía

- [1] **Harun R, Singh M, Forde GM, Danquah MK** (2010) Bioprocess engineering of microalgae to produce a variety of consumer products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14:1037–1047.
- [2] **Rodríguez-Meizoso I, Jaime L, Santoyo S, Señoráns FJ, Cifuentes A, Ibáñez E** (2010) Subcritical water extraction and characterization of bioactive compounds from *Haematococcus pluvialis* microalga. *J Pharm Biomed Anal* 51:456–463.
- [3] **Aruoma OI** (1998) Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *J Am Oil Chem Soc* 75:199-212.
- [4] **Wang HM, Pan JL, Chen CY, Chiu CC, Yang MH, Chang HW, Chang JS** (2010) Identification of anti-lung cancer extract from *Chlorella vulgaris* C-C by antioxidant property using supercritical carbon dioxide extraction. *Process Biochem* 45:1865–1872.
- [5] **Lee SH, Chang DU, Lee BJ, Jeon YJ** (2009) Antioxidant activity of solubilized *Tetraselmis suecica* and *Chlorella ellipsoidea* by enzymatic digests. *J Food Sci Nutr* 14:21-28.
- [6] **Ulloa G, Otero A, Sánchez M, Sineiro J, Núñez MJ, Fábregas J** (2012) Effect of Mg, Si and Sr on growth and antioxidant activity of the marine microalga *Tetraselmis suecica*. *Journal of Applied Phycology* 24(5):1229-1236. ISSN: 0921-8971.
- [7] **Oh SH, Ahn J, Kang DH, Lee HY** (2011) The Effect of Ultrasonicated Extracts of *Spirulina maxima* on the Anticancer Activity. *Mar Biotechnol* 13:205–214.
- [8] **Lordan S, Paul-Ross R, Stanton C** (2011) Marine Bioactives as Functional Food Ingredients: Potential to Reduce the Incidence of Chronic Diseases. *Mar. Drugs* 9, 1056-1100; DOI:10.3390/md9061056.
- [9] **Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga P** (1996) Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology & Medicine* 20(7): 933-956.

ARTÍCULO 11.

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BIORREACTOR MODULAR DE INMERSIÓN TEMPORAL AUTOMATIZADO PARA EL CULTIVO *IN VITRO* DE PLANTAS.

¹Tineo García L., ²Herrera Sarellano M., ²Murillo Verduzco I., ²Figueroa Díaz R. A.,
Rivera Pacheco D. A. y Cornejo Vargas F. I.

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, ²Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Sonora, Av. Antonio Caso s/n, Fraccionamiento Villa Itson, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 52 (644)4109000, email: lorena.tineo@itson.mx

Palabras clave: Biorreactor, inmersión temporal, micropropagación de plantas, *in vitro*, cultivo líquido

Introducción

Actualmente el empleo de técnicas *in vitro* para la propagación masiva de plantas se ha convertido en una potencial herramienta biotecnológica en el área vegetal por su aplicación en la obtención de diversos cultivos vegetales [1]. Estas técnicas son aplicables prácticamente a cualquier especie de plantas para la producción rápida de grandes cantidades de éstas, generando materiales genéticamente homogéneos idénticos a la planta madre (Clones) y libres de enfermedades. Las aplicaciones de estas técnicas son múltiples: propagación de cultivares élite, rescate, conservación e intercambio de germoplasma, multiplicación de materiales con problemas de propagación por otras vías, control de enfermedades, así como el apoyo al mejoramiento genético. La utilización del sistema de biorreactores modulares de inmersión temporal automatizado se justifica porque es una técnica innovadora que puede ser aplicada en biofábricas de plantas elites, vía organogénesis o embriogénesis somática, para incrementar los coeficientes de multiplicación en comparación con las formas convencionales de propagación *in vitro*. La aplicación de estos sistemas de biorreactores tiene un alto potencial biotecnológico puesto que ha mostrado buenos resultados en la micropropagación de varias especies como *Cocus nucifera*, *Capsicum chinense* Jacq y Cedro rojo [2]. El cultivo de plantas en los biorreactores de inmersión brinda condiciones homogéneas durante el cultivo *in vitro* ya que facilitan la disponibilidad de nutrientes y ofrece ventajas adicionales como una mayor simplicidad en el manejo de la mano de obra y elimina el uso del gelificante [2]. El objetivo de este proyecto fue diseñar un prototipo de biorreactor modular de inmersión temporal automatizado con sus contenedores para la multiplicación *in vitro* de plantas a gran escala aumentando los rendimientos y productividad con respecto a la propagación vegetativa tradicional y con ello satisfacer la demanda de plantas importantes económicamente.

Metodología

Para el diseño del prototipo de biorreactor (figura 1 y 2) se tomaron en cuenta varios aspectos. Se seleccionó la capacidad de carga del biorreactor y los contenedores del material biológico vegetal, el tipo de materiales y el diseño de la unidad de animación en base a los cultivos de estevia y sábila, las condiciones de trabajo y el balance de fuerzas y momentos respectivamente, bajo el siguiente diagrama de flujo.

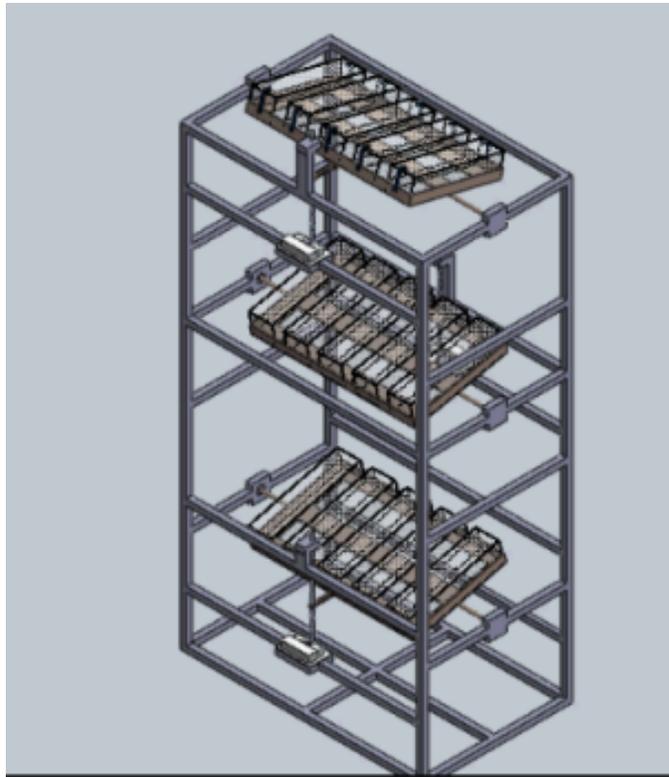


Figura 1. Diseño del biorreactor modular con los contenedores (vista isométrica).

El Biorreactor y los contenedores del material biológico.

RECURSOS
PROCEDIMIENTO

Fundamentos sobre la micropropagación de cultivos vegetales.
Recopilación de datos de operación de trabajo (requerimientos).

Software de Diseño SolidWorks [6].
Interpretación de datos en el correcto uso de las formulas (especificaciones).

Acero estructural para el biorreactor modular y placas de plástico para contenedores.
Diseño del biorreactor y los contenedores (Figura 1).

Motores eléctricos.
Elaboración de prototipos del biorreactor y los contenedores.

Diseño de elementos de mecanismos y máquinas.
Pruebas de los dispositivos en condiciones normales de trabajo.

Control electrónico y programación de microcontrolador

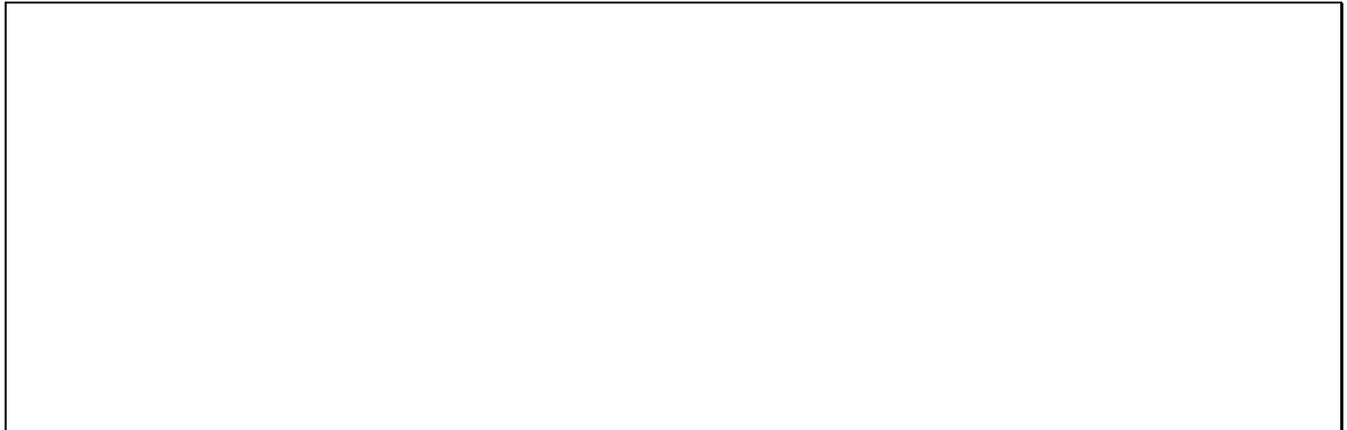
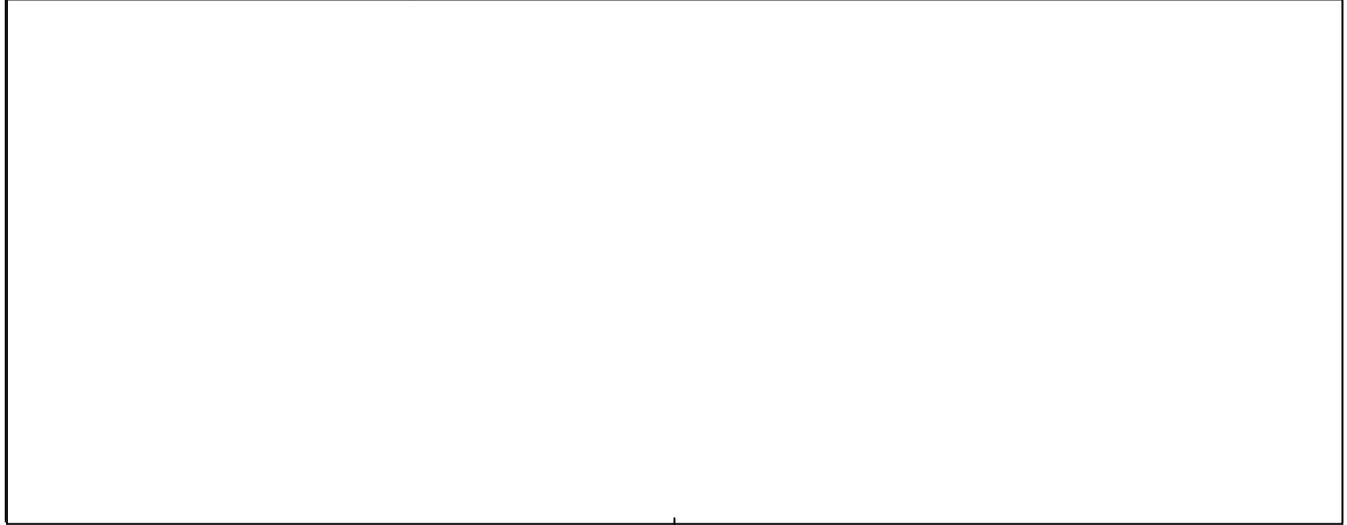


Figura 2. Diagrama de flujo para el biorreactor.

Resultados y discusión

Los resultados se presentan en dos apartados, primero en cuanto al diseño y fabricación del prototipo de biorreactor modular de inmersión temporal y en segundo lugar el diseño y prueba de resistencia a las condiciones de trabajo de los contenedores para el crecimiento del material biológico.

Biorreactor automatizado. A partir del análisis de una unidad comercial básica disponible [2], se procedió a definir un biorreactor vertical dividido en tres secciones independientes contando en cada una de ellas con movimiento basculante ascendente y descendente, dando animación a estas secciones en forma separada con un número igual de motores eléctricos para otorgar autonomía de desplazamiento, brindando así la posibilidad de poder sincronizar o bien diversificar el movimiento de estas secciones entre sí y con ello el ritmo de crecimiento de plantas “*in vitro*” en la misma unidad [3]. Para ello se colocó un engranaje reductor de la velocidad del motor eléctrico que transformó el movimiento de circular a lineal mediante un par cinemático tuerca-tornillo con interruptores de final de carrera y un control electrónico para mantener la velocidad de movimiento constante [4]. La unidad de animación puede ser programada para actuar mediante un microcontrolador que permite la interacción del usuario estableciendo los tiempos del ciclo de activación y desactivación del biorreactor [5]. Para mantener el balance de fuerzas y momentos inicial, y el de la carga que será variante con el tiempo al ir creciendo los cultivos, se han colocado las unidades de animación en un plano de simetría vertical del biorreactor una frente a otra pero desplazadas a lo largo de la diagonal principal en forma alternada (figura 3).



Figura 3. Elaboración de prototipo del biorreactor.

Contenedores. En cada una de las tres secciones definidas del biorreactor, es posible colocar cinco contenedores de geometría prismática rectangular con tapa removible, en cada uno de ellos se colocó una placa de orificio mallado al centro que divide al contenedor en dos partes iguales para mantener una separación física entre las plántulas y el medio líquido con los nutrimentos. Los cultivos vegetales van a ser colocados en los contenedores en condiciones asepticas, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y luz. Para lograr las condiciones rigurosas de asepsia los contenedores necesitan ser esterilizados previamente en autoclave bajo una presión y temperatura determinada para así lograr eliminar todos los microorganismos contaminantes, por ello las piezas del contenedor diseñado fueron unidas con pegamento especial [7] para resistir estas condiciones de trabajo. El material seleccionado para construir las paredes del contenedor requiere ser transparente para permitir el paso de la luz, así como facilitar la revisión ocular de los cultivos *in vitro* durante su crecimiento, por ello se seleccionaron plásticos PET y policarbonato. Sin embargo al someter estos contenedores a pruebas de temperatura y presión para lograr la esterilidad requerida en el proceso de micropropagación de tejidos vegetales *in vitro*, resultó desfavorables para el PET porque se deformó (figura 4), pero favorables para el policarbonato (figura 5) ya que este último no sufrió daños bajo esas condiciones.



Figura 4. Contenedor fabricado con plástico PET.



Figura 5. Contenedor fabricado con policarbonato.

Conclusiones

Se logró el diseño del biorreactor modular de inmersión temporal con un sistema operativo totalmente autónomo, movido por electricidad sin requerir instalaciones especiales.

Las unidades modulares de los biorreactores son completamente independientes y son fácilmente transportables de las áreas estériles a las áreas de cultivo. Su tamaño permite una mayor capacidad operativa manteniendo su fácil manejo. Los contenedores de policarbonato para el material biológico en crecimiento son autoclaveables y re-usables, su diseño de boca amplia y sus partes fácilmente ensamblables permiten una fácil y rápida transferencia de materiales y cambios de medios de cultivo.

Bibliografía:

- [1] Tineo, G. L., 2004, Notas del curso de Biotecnología VI. Itson, Cd Obregón, Sonora, México.
- [2] Robert et. al., 2006. A new temporary immersion bioreactor system for micropropagation. © Humana Press Inc., Totowa, NJ.
- [3] Cross, Nigel, 1999. Métodos de Diseño, Limusa Wiley Noriega Editores, México.
- [4] Norton, Robert L., 2008. Diseño de maquinaria, Editorial McGraw-Hill, México.
- [5] Microcontrolador PIC16F628A®. Data sheet, 2009. Microchip Technology, Inc.
- [6] SolidWorks. 2008. Manual de Usuario, Dessault Systems, Inc.
- [7] Manual Técnico Pegado. 2013. Solvente (cloroformo), Plastiglas de Mexico, S.A. de C.V.

ARTÍCULO 12.

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO EN EL MANEJO Y CONTROL DE RESISTENCIA DE INSECTOS BLANCO DE ORGANISMOS GEÉTICAMENTE MODIFICADOS.

Verdugo-Fuentes, A. ¹, Castro-Espinoza, L. ², Gutierrez-Coronado, M. ², Arellano-Gil, M. ⁴,
Martínez-Carrillo, J. ⁵.

¹Maestría en Ciencias en Recursos Naturales, ²Departamento Ciencias del Agua y Medio Ambiente, ³Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, ⁴Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinaria, ⁵Dirección de Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro 85100, Ciudad Obregón, Sonora, México. (644) 410-9000. Ext. 2089 Correo electrónico: abel_verdugo@hotmail.com

Palabras clave: Riesgo, Resistencia, Plaga

Introducción. Los productos derivados de la ingeniería genética se conocen como transgénicos, o como Organismos Genéticamente Modificados (OGM). Un OGM es cualquier organismo vivo, incluyendo los cultivos, que posee una serie de características deseables a partir de combinaciones de materiales genéticos mediante técnicas biotecnológicas modernas. Desde la creación de los primeros OGM durante la década de los 70's se desató una serie de debates controversiales respecto riesgos que podría traer el uso de éste tipo de organismos [1]. El uso de OGM, o cultivos genéticamente modificados (GM) en la agricultura y la industria sigue en aumento, como resultado de las ventajas que brindan al sector productivo y al consumidor.

En México la liberación de OGM al ambiente se dio desde hace más de 20 años. La preocupación de los posibles impactos negativos que el uso de estos organismos pudiera traer a la salud ambiental ha llevado al desarrollo de herramientas de análisis de riesgos. El análisis de riesgo como disciplina científica, abarca dentro de su contenido la evaluación de riesgo, la gestión del riesgo y por último, la percepción y comunicación del mismo.

México es uno de los cinco países más ricos en diversidad en el mundo, alberga entre el 66 y 75% de la biodiversidad mundial y es centro de origen de varios cultivos de importancia económica. Los resultados obtenidos con el uso de la herramienta de análisis de riesgo justificarán el posible empleo y liberación de OGM al ambiente, sin poner en peligro a las especies nativas de la región [2].

Una de las principales preocupaciones derivadas del uso de OGM en cualquier región, es el posible desarrollo de resistencia por los insectos blanco una vez que éstos han estado en contacto con las proteínas que poseen poder insecticida y que son expresadas en los cultivos GM. El término resistencia es definido como un cambio en la genética de un organismo en respuesta a la exposición de algún agente tóxico. Se da al suscitarse mutaciones genéticas de manera natural, permitiendo que una pequeña porción de la población de insectos blanco resista y sobreviva a los efectos de las toxinas. Por lo tanto los organismos resistentes se reproducirán y los cambios genéticos que proveen dicha resistencia serán transferidos a sus crías (figura 1).

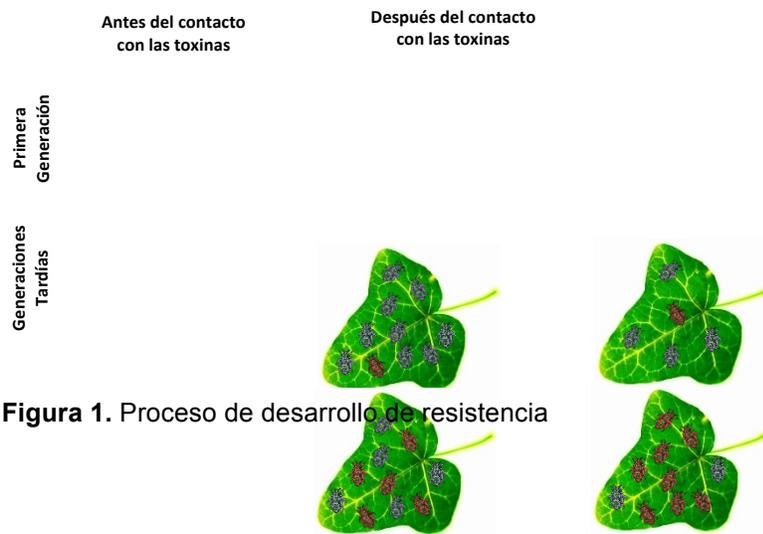


Figura 1. Proceso de desarrollo de resistencia

Las plagas utilizan diversos mecanismos para resistir a la exposición de agentes tóxicos. La resistencia puede desarrollarse sin ninguna complicación cuando dos o más de estos mecanismos son utilizados de manera paralela. La resistencia se puede clasificar en tres tipos: por comportamiento, morfológica y fisiológica. En la actualidad las herramientas emanadas de la biología molecular, son de gran ayuda para evaluar la resistencia a insecticidas de los insectos plaga y estudiar los posibles comportamientos de los mismos en un futuro cercano [3].

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de análisis de riesgo basado en la adquisición de resistencia de insectos blancos, que pueda ayudar en una futura toma de decisiones durante el manejo de cultivos genéticamente modificados.

Metodología

Después de realizar una revisión bibliográfica en donde se analizaron distintas propuestas de análisis de riesgos, se acuerda que éste se compone de cinco pasos en el siguiente orden:

1. Formulación del problema en la evaluación de riesgo ambiental
2. Definición del problema
3. Caracterización del riesgo
4. Estimación del riesgo
5. Toma de decisiones

El propósito principal de un análisis de riesgo de cultivos GM es identificar nuevos peligros, esto es, ocasionados por una modificación genética y que no se hayan presentado en la agricultura convencional, y posteriormente, evaluar la posibilidad de que este se concrete y pueda causar algún daño [4].

Resultados y Discusiones

Aplicando un análisis de riesgos que permita evaluar el desarrollo de resistencia en plagas blanco, los pasos propuestos serían los siguientes (figura 2):

El primer y segundo paso estarían compuestos por la formulación del problema, en el tercero, se identificarán las probabilidades de ocurrencia y los posibles daños asociados a cada peligro novedoso que se haya listado en el paso dos. La evaluación de estos permitirá descartar peligros inciertos, reduciendo de esta manera la lista de riesgos que

Definición del problema**Caracterización del riesgo**

deben de ser evaluados. En el paso cuatro, el riesgo de los peligros detectados se estimará con base a un algoritmo cualitativo tabular ampliamente utilizado en la evaluación del riesgo que permite valorizar la escala estimada del daño potencial. En caso de existir riesgo alguno, en el paso cinco se determinará si éste puede ser admisible, o controlable con la finalidad de aminorar, evitar o disminuir los posibles efectos.



Figura 2. Etapas del proceso de Análisis de Riesgos

El contexto es el elemento fundamental en la formulación del problema, este comprende el ambiente receptor y las labores humanas relacionadas con el uso de cultivos GM. También incluye la apreciación sobre el diseño de la genética del cultivo GM y sus características biológicas. Esto proporcionará información respecto al tipo de genes que producirán alguna proteína tóxica en el mismo. Es de suma importancia anticiparse al posible comportamiento del OGM en su entorno, y conocer también sus formas de reproducción y propagación, reconocer las etapas fenológica del cultivo y detectar el momento en el cual este sufre algún ataque por los insectos blanco. Técnicas como la de PCR en tiempo real, relevarán la expresión de genes que le confieren resistencia al cultivo y que en algún momento de no expresarse en cantidad suficiente provocarán el desarrollo de resistencia en los insectos blanco. Se debe de tener muy en cuenta que no es el impacto universal de un OGM lo que se evalúa, sino solamente aquellos efectos que se diferencian de los organismos similares no GM de una determinada región. Es necesario definir con claridad la identidad de los insectos blanco para garantizar que la evaluación de riesgos se realiza de manera adecuada.

Ya establecido el contexto, el paso siguiente será definir el problema, basándose en un listado de los posibles peligros que posiblemente ocurran al liberar el OGM al ambiente receptor. El listado debe de contener los peligros que representan distintos enfoques a la cuestión específica (índole general, producción de toxinas, tolerancia a herbicidas, resistencias) basado en análisis de riesgos previos con un OGM similar, también basada en información científica. Para el caso del manejo de resistencia de insectos blancos, se podrían manejar algunos de los siguientes peligros posibles:

- El fenotipo de la planta no es el esperado, por lo tanto no resistirá el ataque de insectos blancos.
- La planta cambia su expresión de proteínas tóxicas en distintos lugares y climas.
- La cantidad de proteína tóxica expresada no es suficiente para tolerar un ataque de insectos blanco.
- El espectro de acción de la proteína insecticida es un muy bajo.
- El insecto ya ha estado expuesto previamente a la misma proteína tóxica y la efectividad disminuye comparándola con ciclos agrícolas anteriores.
- La proteína expresada no es la adecuada para contrarrestar los efectos por ataque de insectos blanco.
- Se han diseminado masivamente la cantidad de plantas voluntarias que producen proteínas tóxicas y que inducen a la aparición de resistencia en insectos blanco.

- Los insectos blancos tienen alta disponibilidad, cantidad y distribución en el área.
- El insecto blanco tiene distintas estrategias reproductivas y métodos de supervivencia para subsistir
- Las dimensiones del refugio no son las adecuadas para el manejo de insectos blanco.

El listado anterior puede ser meramente especulativo, sin embargo, como se dijo anteriormente la identificación debe estar basada en experiencias anteriores en el uso de OGM, así como en los datos científicos que pudieran estar disponibles.

En el siguiente paso, la caracterización del riesgo, se determinará la probabilidad de que el peligro verdaderamente presente un riesgo capaz de causar algún daño novedoso. Se debe de considerar en el análisis la exposición al peligro, y al estar expuesto, su intensidad o cantidad, duración y posibles daños. En ésta etapa la cuantificación de la exposición, y en caso de existir, la determinación de las consecuencias de esta exposición (daños novedosos), suele llevarse a cabo de forma simultánea.

Es importante conocer el metabolismo de las proteínas tóxicas en los insectos blanco y evaluar en estos posibles mecanismos de resistencia. Se deberán de identificar las características que le permiten a la plaga reproducirse efectivamente en el nuevo entorno, por ejemplo, la partenogénesis/entrecruzamiento, la duración del estado de desarrollo, el número de generaciones por temporadas, etc. Se deberá tener en cuenta si el insecto blanco ha demostrado la capacidad de adaptarse a nuevas condiciones (adaptabilidad genética), ya que de ser así, los insectos tendrán la capacidad de resistir la acción de proteínas tóxicas y tendrán la capacidad para desarrollar la resistencia [3].

Las herramientas moleculares, al utilizarse de manera adecuada, proveerán al investigador la información genética que identifique a cada organismo. Dichas herramientas revelarán los distintos genes que puedan verse involucrados en el desarrollo de resistencia de insectos blanco. Entre las técnicas moleculares basadas en el método de PCR que puedan ser de ayuda, encontramos las siguientes:

- Análisis de RFLP (*restriction fragment length polymorphism*).
- Análisis de microsatélites.
- Análisis de SSCP (*single-strand confirmation polymorphism*).
- Análisis RAPD (*random amplified polymorphic DNA*).
- Huellas digitales de AFLP (*amplified fragment length polymorphism*).

En la cuarta etapa se realizará la estimación riesgo basado en la probabilidad de que se materialice un peligro, y de ser así, los posibles daños y/o consecuencias asociados a la manifestación del peligro. La estimación se realizará comparando la manera en que un organismo no GM afecta los mismos parámetros evaluados bajo las mismas condiciones con respecto a un organismo GM.

La evaluación del riesgo se podrá realizar de manera cuantitativa y cualitativa, en la mayoría de las ocasiones, los datos cualitativos serán suficientes. Ésta suele ser una tarea difícil, por lo que se han propuesto algunos algoritmos tabulares que relacionan la probabilidad y la consecuencia para categorizar de manera cualitativa la estimación del riesgo (tabla 1). Los análisis de laboratorio, son de gran apoyo en éste punto. Se han publicado un gran número de experimentos bajo condiciones controladas en los cuales se alimenta a los insectos que pudieran afectar al cultivo, bajo distintas dosis de proteína

toxica. Este tipo de pruebas revelan el umbral de acción de cada una de las proteínas tóxicas que en algún momento dado se expresarán en el cultivo, generando escenarios que pronostiquen la efectividad de cada una de ellas.

		ESTIMACIÓN DEL RIESGO			
PROBABILIDAD	MUY ALTA	BAJO	MODERADO	ALTO	ALTO
	ALTA	BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO
	BAJA	INSIGNIFICANTE	BAJO	MODERADO	MODERADO
	MUY BAJA	INSIGNIFICANTE	INSIGNIFICANTE	BAJO	MODERADO
		MARGINAL	MENOR	INTERMEDIA	MAYOR
		CONSECUENCIA			

Por último, ya estimados los riesgos posibles asociados a la liberación un OGM al medio ambiente, el evaluador determinará si la liberación presenta un riesgo aceptable o mitigable y definirá las acciones a seguir o las condiciones para el adecuado manejo o gestión del riesgo. El proceso para la evaluación de riesgos de una liberación comercial de un OGM requiere de estudios previos realizados en las liberaciones confinadas, para obtener así los datos necesarios y concluir la evaluación.

En la siguiente figura 3 se presenta un diagrama de flujo del análisis de riesgo y la relación de cada una de sus etapas principales (Evaluación de riesgo, gestión de riesgo y comunicación de riesgo).

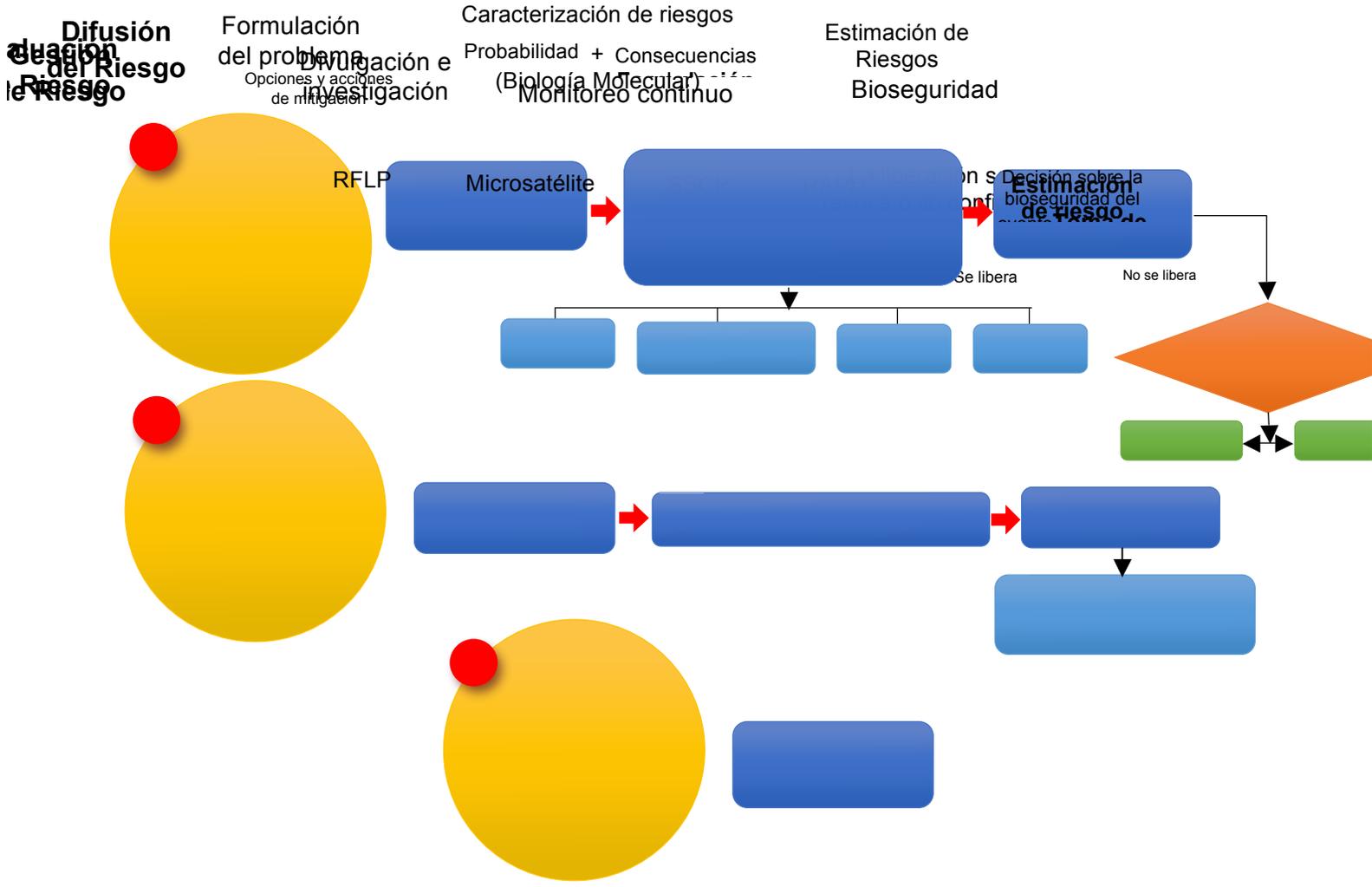


Figura 3. Diagrama de flujo del análisis de riesgo.

Aplicaciones de las técnicas moleculares

En la actualidad, los resultados obtenidos de los análisis de riesgo han traído consigo el mejoramiento de métodos moleculares para la contención de los transgenes.

El uso de los marcadores por microsatélites ofrece pequeñas secuencias de 2 a 5 pares de bases, las cuales pueden ser amplificadas mediante la técnica de PCR. Esta técnica ha permitido la ubicación cromosómica de los genes de interés que pudiesen estar involucrados en el desarrollo de resistencia. Los análisis por microsatélites se han convertido en una técnica casi obligatoria en el área de la genética.

Las técnicas por RFLP, RAPD y AFLP, permiten realizar comparaciones entre dos o más individuos pertenecientes a una misma especie o especies diferentes que se encuentran emparentadas filogenéticamente. Éstas técnicas han permitido crear mapas genéticos y ubicar genes dentro de los cromosomas de especies de interés, además, proporcionan en etapas avanzadas la identificación, aislamiento y manipulación de genes deseables, encontrándose entre ellos los genes que pudiesen llegar a conferir resistencia alguna a los insectos blanco [6].

Las técnicas moleculares basadas en la técnica de PCR presentan entre sus ventajas, la posibilidad de trabajar con insectos muy pequeños, la edad o el estadio de los insectos no representa un riesgo para el análisis de los resultados, ya que los resultados no se verán

afectados por estas características. Pueden ser utilizadas también, en insectos ya secos o almacenados en alcohol. Entre las principales desventajas se encuentran sus costos, la facilidad de contaminación de muestra y los pocos conocimientos en el área de la genética que se pudiesen tener. Sin embargo, el desarrollo en el tiempo de estas técnicas ha permitido su adaptación a análisis entomológicos de rutina [7].

Se han adoptado también, medidas de seguridad en el manejo de los cultivos como la observación de distancias entre cultivos, el uso de zonas amortiguadoras (refugios), el establecimiento de barreras de polen, la rotación de cultivos, el mejoramiento de las políticas para el control de la cosecha, almacenamiento, transporte y procesamiento de los alimentos OGM [8]. Se han implementado distintos programas de manejo de resistencias de insectos (MRI), la rotación de toxinas, la producción de variedades que contengan una combinación de toxinas, la selección de eventos que logren expresar altas dosis o combinación de eventos con dosis de elevada toxicidad. La estrategia más estudiada e implementada ha sido la combinación de dosis alta/refugio [5].

Conclusiones

La bioseguridad es un área con una actividad creciente y rige las conductas que se deben de seguir en un proceso de análisis de riesgos. El proceso de desarrollo de resistencia es una situación que se da con frecuencia en la agricultura convencional, y requiere del uso de buenas prácticas agronómicas para retrasar su aparición. El análisis de riesgos es un proceso clave en la evaluación de la bioseguridad de un OGM, puede llegar a ser un proceso engorroso, pero es indispensable para garantizar la protección del medio ambiente y mitigar, aminorar o eludir aquellos riesgos que pueden haber sido identificados. De esta manera se evitarán demoras injustificadas en el acceso a los avances y desarrollos tecnológicos.

Los métodos moleculares son herramientas que pueden ser aplicadas en el estudio de desarrollo de resistencia de insectos plaga dentro del análisis de riesgo. La mayoría de los investigadores en el área de la agricultura y la entomología ignoran las herramientas disponibles, debido al pobre conocimiento en el área de la genética. En muchos casos las herramientas moleculares no son las más apropiadas y en ocasiones suelen ser más costosas que otras técnicas disponibles para resolver algún problema. Sin embargo, tienen bastante potencial y pueden llegar a resolver interrogantes que no pueden ser resueltos con algún otro método.

Bibliografía

- [1] Andow, D. A., & Zwahlen, C. (2006). Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters*, 9(2), 196-214.
- [2] Barrios, A., O. Oliveros, C. Sánchez, E. Huerta y F. Acevedo. 2006. El análisis de riesgo en la liberación de organismos vivos modificados. CONABIO. *Biodiversitas* 67:6-11.
- [3] Food and Agricultural Organization (FAO) (2012). Directrices sobre la Prevención y Manejo de la Resistencia a los Plaguicidas. Consultado en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/FAO_RMG_S_P.pdf, el 12 de septiembre de 2013.
- [4] Andrade, P., y Parrot, W. (2012). Guía para la evaluación de riesgo ambiental de organismos genéticamente modificados. São Paulo: Internacional Life Sciences Institute do Brasil.
- [5] Martínez, G. (2006). Maíz BT en Uruguay: elementos para una evaluación de riesgos ambientales. Consultado en: http://w.rapaluruaguay.org/transgenicos/Uruguay/Elementos_ERA_Maiz_Bt.pdf, el 12 de septiembre de 2013.
- [6] Wilches, M. A. V. (2004). Descripción de algunas herramientas moleculares y sus

- aplicaciones. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Guatemala, Serie Técnica No, 15-25.
- [7] Álvarez, J. M., Menalled, F., & Hoy, M. A. (2005). Las herramientas moleculares en el control biológico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). No. 74, 4-11.
- [8] Nuñez, L. (2012). Análisis de riesgo de los productos biotecnológicos genéticamente modificados. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 22(1):111-119

ARTÍCULO 13. ANÁLISIS GENÉTICO DE COLECTAS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill) QUE PRESENTAN VARIACIÓN EN EL CONTENIDO NUTRICIONAL DE SUS FRUTOS.

Pereyra Camacho M. A., Peraza Magallanes A. Y., Navarro Muñoz A. y Calderón
Vázquez C. L. *

Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes
250. Guasave, Sinaloa. CP 81101, (687) 872 9606 *ccalderon@ipn.mx.

Palabras clave: *Persea americana*, relaciones genéticas, marcadores moleculares.

Introducción

Persea americana Mill. (aguacate) pertenece a la familia Lauraceae, ampliamente distribuida en el mundo. Se considera a México como el centro de origen del aguacate y el principal productor y consumidor de aguacate en todo el mundo con una producción anual aproximada de 1,127,574.3 toneladas anuales. Actualmente México es el principal exportador de aguacate a nivel mundial (SAGARPA, 2007) [5].

El aguacate se caracteriza por presentar una gran diversidad morfológica. Su filogenia ha sido difícil de estudiar, por lo que las relaciones dentro de la familia aún no se han definido totalmente, y por lo tanto, su taxonomía y nomenclatura son poco claras. Actualmente, *P. americana* está distribuida en todo el mundo. Sin embargo, algunos aspectos del origen, dispersión y domesticación de la especie no han sido clarificados.

México es uno de los países con amplia diversidad de tipos de aguacate y existen en el país al menos 20 diferentes especies emparentadas con el aguacate, *Persea americana*. Se reconocen tres razas: mexicana, antillana y guatemalteca [1]. Estas razas fueron clasificadas como variedades botánicas, quedando como *Persea americana* var. *drymifolia* la raza mexicana, *P. americana* var. *americana* la raza antillana y *P. americana* var. *guatemalensis* la raza guatemalteca, presentando características distintas en su morfología, fisiología y rasgos hortícolas, se adaptan a diferentes climas y condiciones ecológicas [6].

El alto valor nutritivo del aguacate, así como sus propiedades dietéticas lo convierten en uno de los frutos más atractivo para los consumidores en todo el mundo, valiosas propiedades alimenticias, caracterizadas principalmente en la cv. Hass con un alto contenido de aceite (de 12 a 30%) y proteína (de 3 a 4%), además de su contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales [7] [5]. Estas propiedades le confieren grandes posibilidades para el aumento en su consumo en la dieta humana. La variedad Hass tiene un alto valor en el mercado y sus frutos presentan un alto valor nutricional.

En la región de Guasave se cuenta con distintos genotipos de aguacate, en estudios realizados por [8] analizaron la presencia de compuestos bioactivos (α -tocoferol) que son benéficos para la salud del ser humano, y que puedan dar un valor agregado a los genotipos de aguacate. Sin embargo los aguacates de la región no se aprovechan comercialmente a pesar de que presentan contenidos contrastantes de aceite y vitamina E [8], lo que puede representar una ventaja competitiva en el mercado.

A pesar de su importancia poco se sabe de su genética. Actualmente los marcadores moleculares son una alternativa que permiten identificar, clasificar y aprovechar la diversidad genética existente en los genomas de las plantas, ya que las diferencias o similitudes a nivel del ADN entre individuos se observan en forma directa, por lo cual proveen una información invaluable para el desarrollo biotecnológico. El objetivo de este trabajo fue analizar marcadores moleculares para estimar las relaciones y diversidad genética de colectas de Guasave.

Metodología

Material vegetal

Se analizaron 5 muestras de tejido foliar de aguacate de Guasave con contenidos de aceite y tocoferol contrastantes y 5 genotipos control: Var. Hass y de las tres razas de aguacate; Mexicana, Guatemalteca y Antillana (Tabla 1). Las muestras permanecieron almacenadas a -20°C hasta su evaluación.

Tabla 1. Genotipo, Raza probable y localidad de origen de Aguacate.

Genotipo	Raza probable*	Localidad de origen
cv. Hass	G x M	Huerta Comercial Uruapan, Michoacán
Acc. Mexicana	M	Tzinzunzan, Michoacán.
Acc. Guatemalteco	G	Jerecuaro, Guanajuato.
Acc. Antillano	WI	Tamazunchale, San Luis Potosí.
Acc. Pequeño	M	Banco de Germoplasma Coatepec Harinas, Edo. de México
Colecta Gve1		
Colecta Gve3	WI	Huerta La Virgencita, Guasave, Sinaloa
Colecta Gve8		
Colecta Cubilete	WI	Huerta comunidad El Cubilete, Guasave, Sinaloa
Colecta La palma	WI	Huerta comunidad La Palma, Guasave, Sinaloa

*De acuerdo a las características fenotípicas. Según Avilán y Rodríguez (1995)

M: Mexicana, G: Guatemala, WI: Antillana

Extracción y cuantificación de ADN

Se aisló el ADN genómico a partir de tejido foliar preservado a -20°C usando dos métodos: amonio acetil-trimetil al 3% (CTAB, por sus siglas en inglés) [3] y con el Kit DNeasy Plant de QIAGEN. La cantidad de ADN fue determinada por medio de la medición de su absorbancia a 260 nm con el espectrofotómetro Thermo Scientific Nanodrop™ 8000 UV/VIS y la calidad del mismo fue evaluada mediante electroforesis en geles de agarosa al 1% teñidos con Gel Red (BIOTIUM).

Ensayos moleculares.

SSRs. Se optimizaron y amplificaron por PCR 5 loci (AVD.001, AVD.006, AVD.013, AVD.022, AVO.102) que fueron seleccionados a partir de un escrutinio entre los microsatélites publicados por [3] y [4], basados principalmente en el alto grado de polimorfismo que presentaron. Para la amplificación se preparó una mezcla de reacción con un volumen final de 10 μ L, la cual consistió de 1 μ L de una solución amortiguadora 10X, 0.4 μ L de $MgSO_4$ (50 mM), 0.14 μ L de mezcla de dNTPs (10mM), 0.17 μ L de primer Forward (10 μ M), 0.17 μ L primer Reverse (10 μ M); el nombre y las secuencias de nucleótidos de los pares de primers utilizados en este estudio se muestran en la Tabla 2., 0.05 μ L de la enzima Platinum[®] *Taq* DNA Polymerase High Fidelity- Invitrogen[™] (5 U/ μ L), 7.47 μ L de H_2O libre de nucleasas y 0.6 μ L de muestra de ADN. Se preparó para múltiples reacciones una mezcla maestra de componentes comunes para minimizar la pérdida de reactivos.

La amplificación se realizó en un termociclador C1000 Touch[™] *BIO RAD* por para los primers (AVD.001, AVD.006, AVD.013, AVD.022), que consistió en: una desnaturalización inicial de 94°C por 1 min., 35 ciclos de una desnaturalización de 94°C por 30 seg., una fase de alineamiento de 52 °C por 30 seg y la etapa de polimerización de 68°C por 1 min., seguido de una polimerización final a 68°C por 5 min. En el caso del primer AVO.102 solo se modificó la temperatura de alineamiento a 53.

Los productos de amplificación se analizaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1% a 100 volt/90min en Buffer TAE 1X o TBE 0.5X, teñidos con Gel Red y visualizados en un fotodocumentador-Molecular Imager[®] ChemiDoc[™] XRS System (*BIORAD*). Como estándar de tamaño molecular se incluyó una escalera de 100 pb (GeneRuler[™] DNA Ladder Mix 0.5 μ g/ μ l, 50 μ g- Invitrogen).

La genotipificación se realizó por electroforesis capilar (GeneticAnalyzer 3500[®] de Life Technologies[®]), Para el análisis de fragmentos se emplearon los programas Data Collection para datos crudos de la electroforesis capilar y GeneMapper para el análisis de los fragmentos. A partir de estos datos se estimaron las variables que describen la utilidad de los alelos seleccionados: Porcentaje de heterocigosidad, índice de contenido polimórfico (PIC) así como el número de alelos.

Tabla 2. Especificaciones para 5 Loci de SSRs de aguacate.

Nombre del locus	Tamaño esperado del Fragmento	Forward Primer 5' to 3'	Reverse Primer 3' to 5'	Tipo de Repetición	Tm [°C]
AVD.001	226	GTT TCC AAG CGA CTC ACG AG	GAT TCC ATG CTG AAT TGC CG	(CT)12	66
AVD.006	314	GGG AGA GAT GTA TTG AGC A	ACT TGG TCG TAG ATT GTA AAT	(TC)9(AC)19	56
AVD.013	216	TTG CCA GTG GAA CTT CAA AA	ACC CAA CCA AAG ATT TCA AT	(AG)7..(GA)3..(TCT)4	62
AVD.022	228	CCA CTT GGA TTC TTG TTG GA	ATT TGG GTT CGG CTT AGG AA	(TC)13	65
AVO.102	153	TTC GCC TTA TCA GCG TTA G	TCT TGG AAA GCC CTA CTC C	(GA)12	58

Ashworth *et al.* (2004)

SNP's. La identificación de SNP se llevó a cabo por secuenciación de genes que putativamente codifican para proteínas involucradas en la biosíntesis de vitamina E (*VTE3*, *VTE4* Y *HPT1*). La amplificación de los genes se realizó mediante la técnica de PCR, se preparó una mezcla de reacción a 15 μ L; que consistió de 1.5 μ L de una solución amortiguadora 10X, 1.2 μ L de $MgSO_4$ (50 mM), 0.48 μ L de mezcla de dNTPs (10mM), 0.6 μ L de primer Forward (10 μ M), 0.6 μ L primer Reverse (10 μ M); el nombre y las secuencias de nucleótidos de los pares de primers utilizados en este estudio se muestran en la Tabla 2., 0.06 μ L de la enzima Platinum[®]Taq DNA Polymerase High Fidelity- Invitrogen[™] (5 U/ μ L), 9.96 μ L de H₂O libre de nucleasas y 0.6 μ L de muestra de ADN. Se preparó para múltiples reacciones una mezcla maestra de componentes comunes para minimizar la pérdida de reactivos.

La amplificación se realizó en un termociclador C1000 Touch[™] BIO RAD por para los primers VTE3 Y VTE4, que consistió en: una desnaturalización inicial de 94°C por 3 min., 35 ciclos de una desnaturalización de 94°C por 1 min., una fase de alineamiento de 57.3°C por 30 seg y la etapa de polimerización de 68°C por 1 min., seguido de una polimerización final a 68°C por 5 min. En el caso del primer HPT1 solo se modificó la temperatura de alineamiento a 59.4°C [8].

Los productos de amplificación se analizaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1% a 100 volt/60min en Buffer TAE 1X o TBE 5X, teñidos con GelRed (BIOTIUM) y visualizados en un fotodocumentador-Molecular Imager[®]ChemiDoc[™]XRS System (BIORAD). Como estándar de tamaño molecular se incluyó una escalera de 100 pb (GebeRuler[™]DNA Ladder Mix 0.5 μ g/ μ l, 50 μ g- Invitrogen).

Para identificar los polimorfismos de nucleótido único (SNP), se realizó la purificación del producto de PCR con el Kit MinElute PCR de QIAGEN, posteriormente se enviaron los productos de PCR purificados a secuenciar a la unidad de servicios genómicos de LANGEBIO en CINVESTAV Irapuato. Los electroferogramas obtenidos fueron ensamblados utilizando los programas Phred/Phrap/CONSED para generar ensamblados completos, y PolyPhred para detectar SNP [8].

Tabla 3. Secuencia de los primer utilizados para la amplificación por PCR.

Símbolo del gen	Nombre del primer	Secuencia del primer (5'-3')	Temperatura de alineamiento (°C)	Tamaño: fragmento amplificado (pb*)
HPT1	HPT1fwd464	GAA ACC AAT CCC ATC ACC AC	59.4	1000
	HPT1rev666	AGG CCA TTG ATA TTC GCA AC		
VTE3	VTERev708	GAA CAC CAA GCC GGA AGA TA	57.3	500
	Fwdmettransf1	GAG AGC ACA TGC CTG ACA AA		
VTE4	GevVTE4fwd295	TGG CTT CTT CAA TGC TCA AT	57.3	490
	RevG-TMT481	GCA TAA TCA GTT GGG AAT GG		

*pb: Pares de bases

Resultados y discusión

SSRs. En este trabajo, se han analizado 5 loci de SSR en 10 genotipos de aguacate incluyendo las accesiones control (Tabla 1 y 2).

Polimorfismo SSR y la diversidad genética

De los cinco pares de primers seleccionados para analizar la diversidad genética, todos presentaron ser polimórficos, los parámetros de la variabilidad se presentan en la Tabla 4. Se detectaron con un total de 50 alelos distintos en 10 muestras con un promedio de 10 alelos por locus, un valor muy similar a los 10.4 reportado por [2]. El mayor número de alelos fue para el primer AVD.001 con 13 y el menor fue para AVD.006 con 7. El rango alélico de cada locus es similar a los reportados por [3] (Tabla 5).

La heterocigosidad observada osciló entre 0.3-1.0 (valor medio de 0.60/locus). Se considera a la heterocigosidad como una medida de la diversidad genética, indicando una diversidad genética media en las muestras analizadas, especialmente comparado con los resultados de [2] quienes obtuvieron heterocigosidad de 0.635. El marcador más polimórfico fue AVD.001 (PIC de 0.87) y el menor fue AVD.013 (PIC de 0.33), con un promedio de PIC de todos de 0.62. Por consiguiente, todos los microsatélites seleccionados son altamente informativos (PIC>0.5), excepto el locus AVD.013 que muestra un valor menor de PIC (0,36). Los resultados obtenidos ratifican la observación general de que a medida que aumenta el número de bandas observadas, se incrementa el índice de polimorfismo por locus. Los iniciadores con mayor PIC se presentan como más informativos para detectar la variabilidad presente en el conjunto de genotipos analizados.

Tabla 4. Nombre del locus, número de alelos (*A*), rango alélico, heterocigosidad observada (*Ho*) e índice de contenido polimórfico (*PIC*) calculado para 5 marcadores SSRs en 10 genotipos de aguacate.

Locus	A	Rango Alelico (pb)*	Ho	PIC
AVD.001	13	211-266	0.70	0.870
AVD.006	9	299-334	0.40	0.679
AVD.013	7	213-239	0.30	0.327
AVD.022	11	220-251	1.00	0.570
AVO.102	10	150-199	0.60	0.660

*(pb). Pares de Bases

Tabla 5. Fragmentos amplificados obtenidos con 5 Loci SSR en 10 genotipos de aguacate.

GENOTIPO	AVD.001	AVD.006	AVD.013	AVD.022	AV0.102
Colecta Gve1	220/220	331/331	217/217	220/228	155/155
Colecta Gve3	235/235	320/320	227/238	222/225	159/194
Colecta Gve8	220/245	313/329	218/218	220/224	196/196
Colecta Cubilete	264/266	320/320	218/218	222/226	199/199
Colecta La palma	239/239	321/334	218/218	222/230	190/190
Var. Hass	221/221	313/318	213/239	220/226	153/198
Acc. Pequeño	211/227	299/299	217/217	236/238	150/156
Acc. Mexicana	241/249	334/334	217/217	248/251	156/190
Acc. Antillana	221/231	318/334	214/214	220/222	190/196
Acc. Guatemalteca	223/231	315/315	213/218	226/238	150/190

El valor de todos los parámetros, indican que los microsatélites seleccionados forman un conjunto muy informativo y útil para el estudio de diversidad genética del aguacate.

SNPs.

Amplificación de fragmentos por PCR, de los genes VTE3, VTE4 y HPT1.

Para la identificación molecular de polimorfismos en los fragmentos de los genes *VTE3*, *VTE4* y *HPT1*, se llevaron a cabo amplificaciones por medio de PCR. Los resultados de la identificación molecular para el gen *VTE3* mostraron un fragmento de 500 pb, para el gen *VTE4* de 490 pb y para *HPT1* de 1000 pb, esto se puede observar en la figura 1.

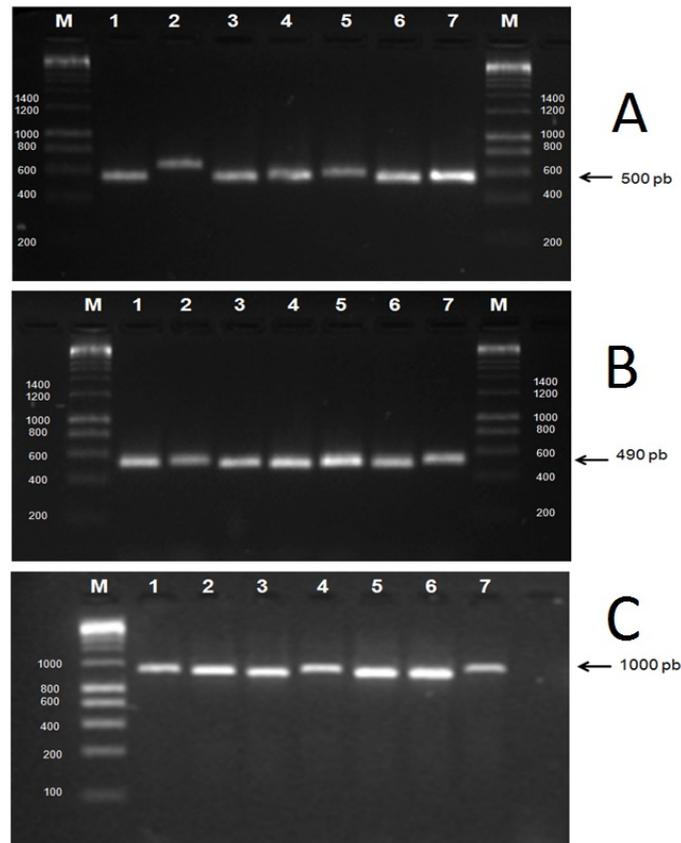


Figura 1. Perfil de PCR de siete genotipos de aguacate, para los genes *VTE3* (A), *VTE4* (B), *HPT1* (C). (1) cv. Hass, (2) Accesoión Pequeño, (3) Col. Gve1, (4) Col. Gve 3, (5) Col. Gve8, (6) Col. Cubilete, (7) Col. La palma. y (M) Marcador de peso molecular 1kb.

El análisis bioinformático de las secuencias identificó 9 SNP en *VTE3*, *VTE4* y *HPT1* en posiciones distintas dentro de su secuencia (Tabla 6). También fue posible identificar la frecuencia de individuos heterocigotos, resultando 3 heterocigotos para *VTE3* (GT, CT, AG), 4 para *VTE4* (AG, AC, CT), 4 en *HPT1* (TC) en diferentes posiciones dentro de las secuencias, la heterocigosidad varió de 0.16-0.26 con una media de 0.218 por gen.

Tabla 6. Numero de polimorfismos (N_p), heterocigosidad (H), ubicación de los SNP en la secuencia.

GEN	N_p	H	Ubicación de los SNP en la secuencia
HPT1	3	0.266	239/252/365
VTE3	3	0.166	89/416/428
VTE4	3	0.222	29/62/332

Conclusiones

Los SSR y la secuencia de los genes *VTE3*, *VTE4* y *HPT1* mostraron un alto polimorfismo en las colectas estudiadas. La información generada por este estudio permitirá estimar las relaciones genéticas entre ellos y posteriormente ser usada para un posible programa de mejoramiento genético de aguacate. Los SRRs y SNPs son una técnica rápida, simple y precisa, por lo que resultan apropiados para la caracterización de diferentes genotipos, así como para estimar las relaciones y distancias genéticas entre ellos.

Bibliografía

- [1] Barrientos-Priego, A.F., y L. López-López. 2000. Historia y genética del aguacate, en D. Téliz, H. González, J. Rodríguez y R. Dromundo (eds.), El aguacate y su manejo integrado. Mundi-Prensa, México, pp. 19-31.
- [2] Ashworth, V. E. T. M., Clegg, M. T. 2003. Microsatellites markers in avocado (*Persea americana* Mill.): Genealogical relationships among cultivated avocado genotypes. *Journal of Heredity*. 94: 407-415.
- [3] Ashworth, V. E. T. M., Kobayashi, M. C., De La Cruz, M. et al. 2004. Microsatellite markers in avocado (*Persea americana* Mill.): development of dinucleotide and trinucleotide markers. *Sci. Hortic.* 101: 255_267.
- [4] Alcaraz, M. L., & Hormaza, J. I. (2007). Molecular characterization and genetic diversity in an avocado collection of cultivars and local Spanish genotypes using SSRs. *Hereditas*, 144(6), 244-253.
- [5] López-Gómez, R., Torres-Cárdenas, Y., Chávez-Moctezuma, M., Salgado-Garciglia, R., Jiménez-Moraila, B., Corona-Armenta, G., & Herrera-Estrella, L. GENOMICA DEL FRUTO DE AGUACATE CRIOLLO (*Persea americana* Mill. VAR. DRYMIFOLIA). VI Congreso Mundial del Aguacate. (2007, Viña Del Mar, Chile). Actas VI Congreso Mundial del Aguacate 2007. ISBN No 978-956-17-0413-8.
- [6] Bellon, M. R., Barrientos-Priego, A. F., Colunga-García Marín, P., Perales, H., Reyes-Agüero, J. A., Rosales, S. R., & Zizumbo-Villarreal, D. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, 2, 355-382.
- [7] Ochoa-Ascencio, Salvador. Calidad y manejo poscosecha del fruto de aguacate. III Congreso Latinoamericano del Aguacate. (2009, Medellín, Colombia). Memorias de Trabajo, pp.2-18.
- [8] Peraza Magallanes, A. Y. (2013). Análisis del contenido de α -tocoferol en genotipos de Aguacate (*Persea americana*) y su correlación con variaciones en la secuencia de genes biosintéticos. (Tesis Licenciatura). Instituto Tecnológico de Sonora.

RESUMEN 14.

BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA POR CÉLULAS DE LA PIEL.

Flores Murrieta V. M., Herrera Urbina R., Larios Rodríguez E., Valyaveettil S., Chan C.
Universidad de Sonora, Luis Encinas Jhonson, Centro, 83000, Departamento de
Ingeniería Química y Metalurgia, Hermosillo, Sonora, México, National University of
Singapore, 3 Science Drive 3, Chemistry Department, Singapore Singapore.

Palabras Claves: Nanopartículas, Biotecnología, células de la piel.

Introducción

La integración de la nanotecnología con la biología y la medicina ha sido reconocida por ser una de las más grandes prioridades de ambas comunidades, porque se ha encontrado que los nanomateriales sintetizados por el hombre tienen muchas aplicaciones potenciales en campos biomédicos. En el caso de las nanopartículas, su tamaño es comparable al de las moléculas, y por lo tanto pueden penetrar la membrana de una célula biológica. En la integración de la nanotecnología con la biología, un área de gran interés es la biosíntesis de nanopartículas metálicas [1]. En especial las nanopartículas de plata que tienen una amplia aplicación, incluyendo ungüentos para la piel, y cremas conteniendo Ag para prevenir infecciones en quemaduras y heridas abiertas [2]. La síntesis de nanopartículas usando métodos químicos y físicos requiere altas presiones, energía y temperaturas, y de químicos tóxicos [3], que no son amigables con el medio ambiente [4]. Por consecuencia los investigadores han usado síntesis biológicas, que proveen nanopartículas con buen control sobre la distribución de tamaño [5]. El **objetivo** principal de este trabajo es la síntesis de nanopartículas de plata por células de la piel, y su caracterización, lo cual se puede aplicar en la medicina.

Metodología

Dos metodologías para la síntesis de nanopartículas de plata son presentadas, la primera *in vivo* (figura 1) y la segunda *in vitro* (figura 2).

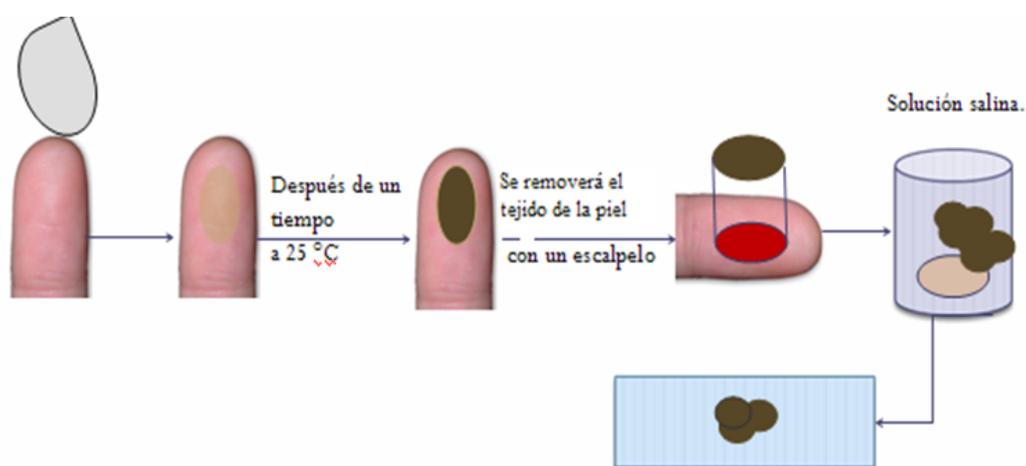


Figura 1. Metodología de síntesis de nanopartículas de plata *in vivo*.

Se le agregan diferentes concentraciones de nitrato de plata y se deja por 24 horas.

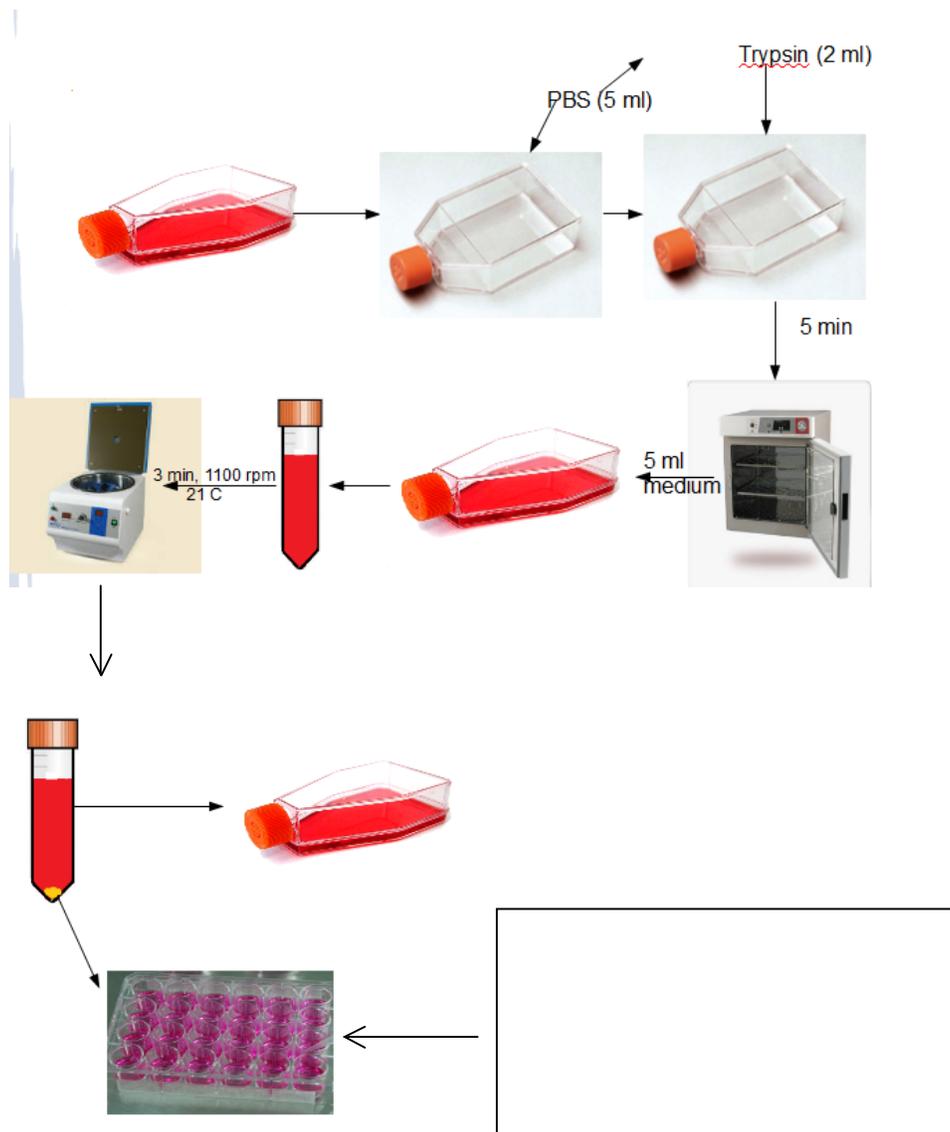


Figura 2. Cultivo de fibroblastos, para la síntesis de nanopartículas *in vitro*.

Se realizó la caracterización mediante:

Microscopia óptica, UV- visible, Microscopia electronica de barrido (SEM) y Microscopia electronica de transmission (TEM).

- También se realizó la viabilidad de las células después de el nitrato de plata.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el microscopio electrónico son micrografías en las que se muestran las células principalmente, y que después de las nanopartículas de plata siguen vivas:

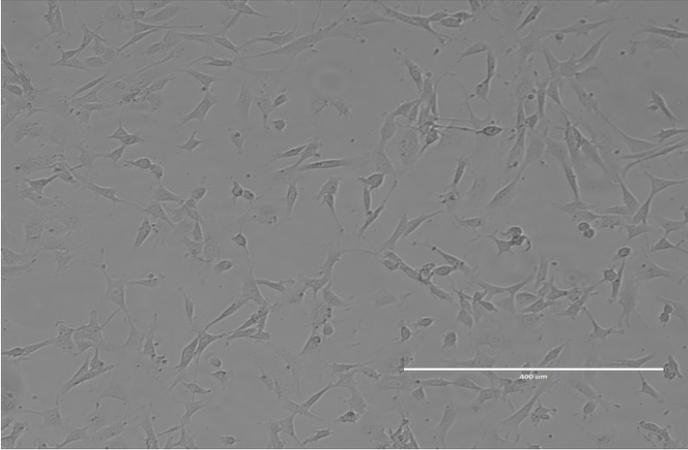


Figura 3. Células de la piel, con nitrato de plata (microscopio óptico).

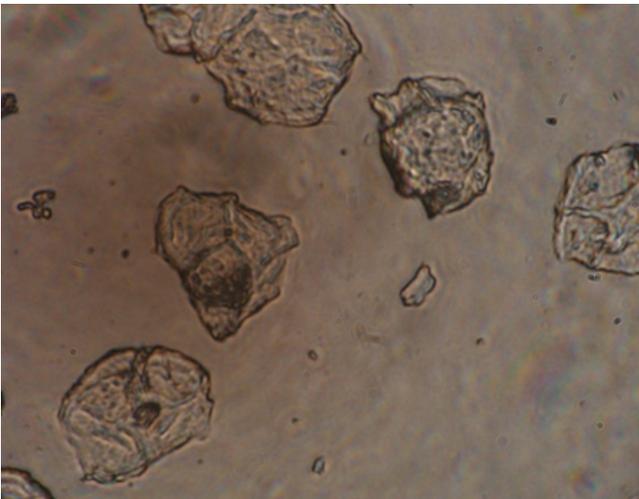


Figura 4. Células de la piel con nitrato de plata (microscopio invertido).

Los resultados de UV- visible nos demuestran que las nanopartículas de plata se formaron. Con un pico alrededor de los 450 nm.

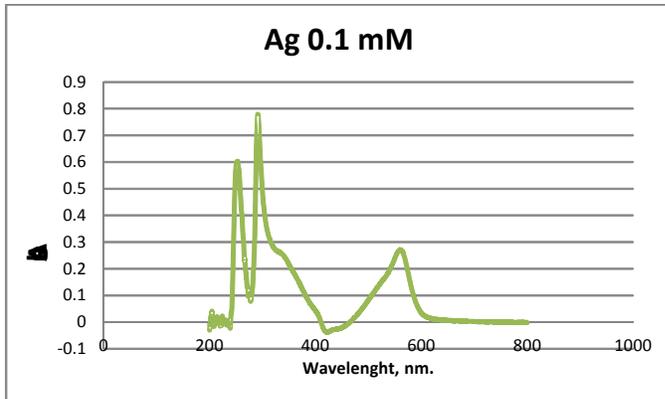


Figura 5. Espectro de UV vis.

Imágenes del SEM nos muestran formación de nanoparticulas de plata al igual que las imágenes de TEM.

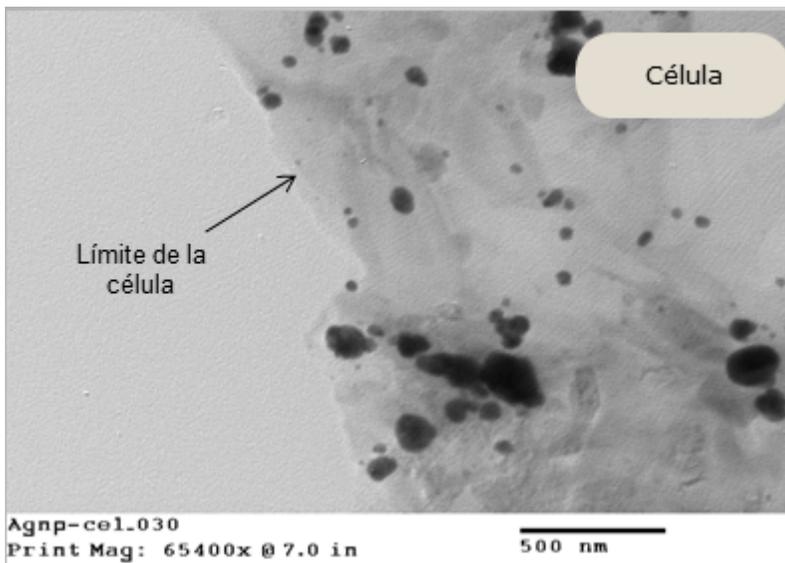


Figura 6. Imagen TEM

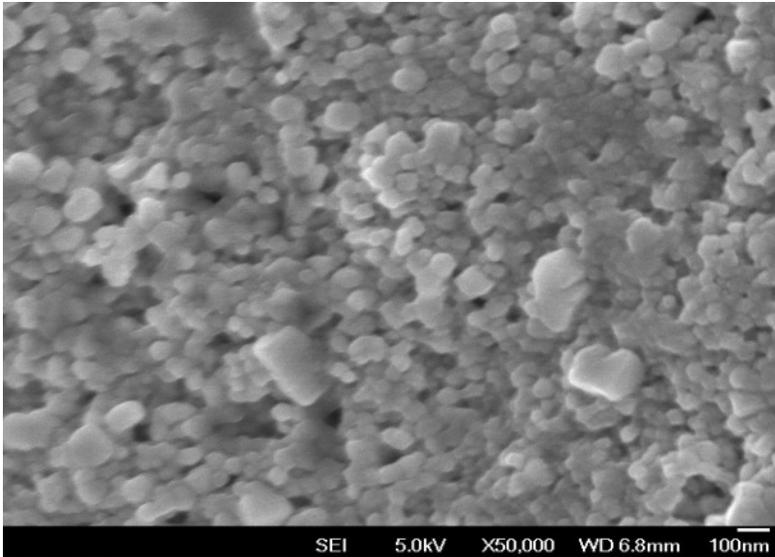


Figura.7. Imagen del SEM

Por último, se obtuvo el resultado de la viabilidad de las células lo cual indica su toxicidad.

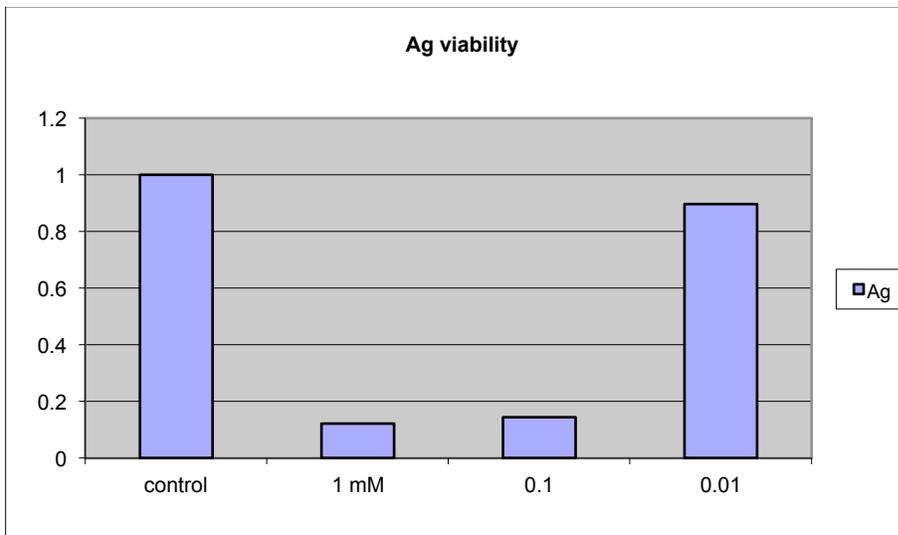


Figura 8. Tabla que muestra la viabilidad, después de 0.01mM las células con nitrato de plata no mueren.

Conclusiones

Con este trabajo podemos concluir que una forma de reducir nano partículas es las células de la piel lo cual nos puede resultar conveniente cuando se quieren aprovechar las nano partículas para remediar alguna enfermedad relacionada con esta como lo pueden ser, heridas superficiales o internas, cicatrices, e igualmente hay estudios sobre nano partículas de plata como indicadores del cáncer, lo cual nos resulta cómodo porque las nanopartículas no tendría que sintetizarse aparte, si no la misma piel haría el trabajo

BIBLIOGRAFÍA.

1. Bio-synthesis of gold nanoparticles by human epithelial cells, in vivo. E. Larios et al., *Nanotechnology* 22, 2011.
2. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum sanctum* (Tulsi) leaf extract and screening its antimicrobial activity, G Singhal et al., *J Nanopart Res*, 2010.
3. Biosynthesis of silver nanoparticles by using mangrove plant extract and their potential mosquito larvicidal property, M Gnanadesignan et al., *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2011.
4. Biogenic Silver Nanoparticles by *Cacumen Platycladi* Extract: Synthesis, Formation Mechanism and Antibacterial Activity., J Huang et al., I & EC research, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2011.
5. Biosynthesis os Silver Nanoparticles by *Geotricum sp.*, A Jebali et al., *J Clust Sci*, 2011.

ARTÍCULO 15.
EL GEN DE LA PROTEÍNA DE ENLACE DEL FACTOR DE CRECIMIENTO INSULÍNICO (IGFBP6) COMO MARCADOR MOLECULAR ASOCIADO AL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO POSTPARTO EN VACAS PRIMERIZAS DE RAZA BRAHMAN.

Oroz Rojo, G.F.a, López Castro, P.A.a, Thomas, M.G.b, y Luna Nevárez, P.a*
aInstituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, México 85000.
bUniversidad Estatal de Colorado, Fort Collins, USA 80523.
a*Ciudad Obregón, Sonora, Tel. (644) 4109000, email: pluna@itson.edu.mx

Palabras Clave: Brahman, Comportamiento Reproductivo, Polimorfismos.

Introducción

En los últimos años se ha avanzado mucho en el estudio del genoma bovino, la relación que existe entre distintos genes asociados con la fertilidad y la pubertad del ganado bovino. A estos genes se les denomina marcadores moleculares, ya que son una mutación asociada en forma importante a una característica reproductiva y que se transmiten de generación en generación.

Gracias a estas investigaciones se ha podido reconocer la existencia de ciertos genes asociados a diversas características fenotípicas que son de gran importancia económica debido a la relación que tienen con la producción, como los son: una mejor conversión alimenticia, un mayor peso al destete, una mejor calidad de la canal, o bien un incremento en la eficiencia reproductiva [1].

Al obtener y saber utilizar la información resultante de estudios sobre marcadores moleculares y las pruebas de progenie (características fenotípicas), se obtiene mayor confiabilidad al realizar la compra de una hembra y/o un semental, ya que el productor podrá tener tanto información fenotípica como genotípica y así tendrá mayor seguridad de que el animal que esta comprando es de alto valor genético para transmitir características deseables a sus descendientes y mejorar considerablemente el hato ganadero. Existe un gen altamente relacionado con la pubertad y el comportamiento reproductivo postparto en el ganado bovino denominado gen del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF1). Dicho gen ha sido sugerido como gen candidato como regulador de la fertilidad en el ganado [2], y a este gen se han asociado otros que se relacionan entre sí para regular la fisiología en las vaquillas al momento en que alcanzan su pubertad. Uno de estos genes es la proteína de enlace del factor de crecimiento insulínico tipo 6 (IGFBP6), la cual se piensa que está relacionada con los mecanismos regulatorios de la biodisponibilidad del IGF1.

La selección asistida por marcadores identifica, a través del uso de marcadores moleculares, a aquellos animales que poseen regiones genómicas favorables para la expresión de caracteres de importancia económica, en este caso el gen IGFBP contenido en sangre se asocia estrechamente con el gen del IGF1, ya que se encuentra en la misma región cromosómica y es posible que interactúen entre sí para realizar diversas funciones que se presentan a la entrada de la pubertad. De esta manera las hembras portadoras de una variante específica de este gen encargado regular la bio-disponibilidad del gen del IGF1, podrían manifestar mayor fertilidad.

Los IGFBP pueden ser de 6 tipos (1-6), no obstante sólo IGFBP5 e IGFBP6 se relacionan con la fertilidad del ganado bovino [3]. Estos genes se localizan en distintos cromosomas pero todos ellos participan en funciones similares, ya que se encargan de unirse con una proteína como lo dice su nombre para detener su avance por los tejidos si no se ocupa o bien transportarlo a algún lugar que sea necesario o liberarlo cuando el organismo necesite de la proteína IGF1 o IGF2 [4].

El gen IGFBP ayuda a mantener una concentración adecuada del IGF y favorece la interacción con receptores específicos para que cumpla con su función. El IGF puede ser transportado por 6 distintos tipos de IGFBP las cuales se denominan desde IGFBP1 hasta IGFBP6, encontrados en circulación sanguínea unidas al IGF o libres. El gen IGFBP6 tiene una interacción con el IGF1 y por consiguiente una relación con múltiples funciones reproductivas.

En la actualidad, los métodos utilizados para la selección de hembras o sementales de ganado bovino productor de carne se basan principalmente en la evaluación de las características fenotípicas que les transmiten los padres a sus descendientes, lo cual no asegura que estamos introduciendo ganado de alta genética, por esto mismo se ha avanzado mucho en los estudios del genoma bovino (marcadores moleculares) dándole una mayor confiabilidad al combinar las características fenotípicas con las características obtenidas por marcadores moleculares.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar si existía asociación significativa entre el gen del IGFBP6 y el comportamiento reproductivo en ganado de la raza productora de carne Brahman.

Metodología

El presente estudio incluyó 59 vaquillas de la raza Brahman nacidas y criadas bajo un clima semi-árido. Después del nacimiento fueron aretadas y pesadas, posteriormente herradas y vacunadas a los 60 días, y pesadas de nuevo a los 205 y 365 días de edad y fueron mantenidas pastoreando zacates Bahía y Bermuda. Fueron colocadas el mes de Octubre (15 meses de edad) en un potrero con toros de fertilidad probada y se palparon para diagnóstico de preñez en Septiembre del año siguiente. Después del parto fueron expuestas de nuevo a los toros. Se colectó entonces la información necesaria para determinar las siguientes variables reproductivas: 1) Edad al primer parto (EPP; intervalos del nacimiento hasta el primer parto); 2) Edad al segundo parto (ESP; intervalo del nacimiento al segundo parto); 3) Intervalo entre partos (INT; período en días entre el primer y segundo partos); y Días al parto (DP; diferencia en días entre ESP y el primer día de la época de empadre previa en la que las vaquillas fueron expuestas a los toros). Muestras sanguíneas fueron colectadas de cada vaquilla utilizando tubos vacutainer con anticoagulante EDTA al 4%. Las muestras fueron centrifugadas a 2500 RPM durante 25 minutos a temperatura ambiente (35-37°C) hasta la aparición del paquete leucocitario. Posteriormente, las muestras utilizadas para la extracción y purificación de ADN utilizando el kit comercial Flexigene (Qiagen, Valencia, CA). Las muestras resultantes fueron entonces cuantificadas utilizando un espectrofotómetro Beckman, fueron divididas en 2 alícuotas y finalmente congeladas a -80°C hasta su envío al laboratorio GeneSeek para la realización de los ensayos moleculares. Para el presente estudio se utilizaron variantes moleculares del gen del IGFBP6, el cual fue descubierto a través de resecuenciación siguiendo los procedimientos descritos por Rincón et al. [3]. Polimorfismos de este gen han sido previamente reportados como asociados a la fertilidad en vaquillas de una población di-alélica de las razas Angus, Brahman y Romosinuano [1].

Análisis Estadístico

El procedimiento MEANS del paquete estadístico SAS fue utilizado para analizar las variables reproductivas EPP, ESP, DP e INT. Las frecuencias alélicas y genotípicas de la variante del gen del IGF1P6 analizada, así como la desviación del equilibrio Hardy-Weinberg, fueron estimadas a través del procedimiento ALLELE.

El procedimiento MIXED, a través de un modelo de efectos mixtos, fue utilizado para desarrollar el análisis asociativo entre genotipo y fenotipo. La opción PDIF del procedimiento LSMEANS se utilizó para generar las comparaciones entre medias para cada genotipo, siempre y cuando el efecto del genotipo resulte significativo ($P < 0.05$). Un modelo de regresión logística fue utilizado para el análisis de sustitución alélica (ej. efecto de sustituir un alelo por otro dentro de la población), incluyendo el término alelo como covariable. Los efectos genéticos de dominancia y aditividad fueron estimados siguiendo los procedimientos descritos por Sherman et al. [5] y Luna-Nevarez et al. [1]. Herramientas genéticas del paquete estadístico SAS fueron utilizadas para el desarrollo de los análisis antes mencionados.

El modelo estadístico se describe a continuación:

$y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + F_n + e_{ijklmn}$, donde

y_{ijklmn} = valor fenotípico del carácter,

μ = media poblacional,

A_i = efecto fijo del genotipo,

B_j = efecto fijo del año de nacimiento (ej., 2002, 2003, 2004, and 2005),

C_k = efecto fijo de la edad de la madre (ej., 2, 3, 4, 5 to 10, u 11 años o mas; Beef Improvement Federation, 2006);

D_l = covariable del coeficiente ancestral,

E_m = covariable del día ordinal de nacimiento,

F_n = efecto aleatorio del macho usando prueba de estadística Z (Littell et al., 1996), y

e_{ijklmn} = efecto aleatorio residual.

Resultados y Discusión

Los valores promedio para caracteres de crecimiento y reproductivos de las vaquillas se muestran en el cuadro 1. En el presente estudio se observó un efecto significativo ($P < 0.05$) del polimorfismo IGF1P695 sobre el comportamiento reproductivo postparto del ganado Brahman, que incluye las variables días al parto y edad al segundo parto (cuadro 2). El genotipo favorable fue el TT, ya que dicho genotipo redujo en forma significativa ($P < 0.05$) las variables reproductivas antes mencionadas. De acuerdo con el cuadro 3, el análisis de sustitución alélica demostró que cuando el alelo favorable T se encuentra presente en el genotipo, se obtiene una reducción de 43.96 y 63.54 días para las variables días al parto y edad al segundo parto, respectivamente. Este marcador molecular no pareció tener efecto sobre la variable de edad al primer parto.

La proteína del IGF1P6 está íntimamente relacionada con las funciones que realiza el IGF1, ya que se encarga de secuestrarlo y liberarlo en el torrente sanguíneo cuando éste es nuevamente requerido para participar en funciones relacionadas con la reproducción. Además de esta relación funcional, su interacción conjunta se vuelve más evidente debido a que ambos genes se localizan en posiciones cercanas dentro del cromosoma 5 del genoma bovino, ya que pertenecen al eje endócrino GH-IGF.

La hormona del crecimiento (GH) estimula la síntesis hepática del IGF1, a través de un proceso complejo donde intervienen varios mensajeros químicos. Una vez que el IGF1 es liberado al torrente sanguíneo, éste despliega una serie de funciones asociadas al

comportamiento productivo y reproductivo de los animales. El IGF1 que no alcanza a ser utilizado por el organismo, es secuestrado por una proteína que lo inactiva y lo protege en contra de procesos metabólicos que requieren fuentes de energía, conocida como proteína de enlace del IGF (IGFBP). Al requerir el organismo nuevamente IGF1, se activa su síntesis vía hormona del crecimiento, al mismo tiempo que se liberan otras proteínas como la PAPP2 que tienen la habilidad para degradar al IGFBP, facilitando de esta forma la liberación del IGF1 [6]. Esta degradación se lleva a cabo por el gen PAPP2 cuando sea necesario, debido a que este gen transcribe una metalo-proteína que degrada la proteína de unión y libera al IGF1 para que realice sus funciones específicas. El gen PAPP2 y el gen IGFBP están asociados al crecimiento placentario y fetal a través de su efecto sobre el IGF1.

El IGF-1 es un péptido compuesto por 70 aminoácidos con peso molecular de 7469 Daltons con una vida media de 10 a 20 min en torrente sanguíneo, y sólo el 1% se encuentra en su forma libre. Al encontrarse en circulación el gen IGF se encuentra unido a proteínas específicas ligadoras del IGF (IGFBP) extendiendo su vida hasta 18 horas actuando como reservorio del IGF1. Se han identificado 6 formas de IGFBP las cuales modulan las acciones del IGF al inhibir o aumentar los efectos de las mismas en las células. Una pequeña cantidad de IGFs, existe en los fluidos biológicos en una forma no ligada o rápidamente disociable [6].

Se sugiere que el sistema IGF juega un papel esencial durante el ciclo reproductivo. Tanto IGFs como IGFBPs demuestran un perfil de expresión específica en el miometro durante el ciclo estral de la vaca contribuyendo al desarrollo de la placenta, previo a la implantación de blastocistos, invasión de trofoblastos y decidualización. El IGF1 se encarga de regular múltiples funciones del organismo relacionados con la reproducción, al mismo tiempo este depende de la HC para regular los niveles en sangre, quien a su vez estimula la producción de IGFBP6 para regular las funciones del gen IGF1 actuando como un enlace y suprimiendo su función cuando sea necesario.

En un estudio se demostró que al encontrar niveles altos de IGFBP6 después del parto, se acelera la ciclicidad ovárica y se disminuyen los días o el intervalo de partos [7], lo cual coincide con el presente estudio donde se encontró una disminución de hasta un 15% ($P=0.02$) en el intervalo entre partos en aquellas vacas que presentaron el genotipo TT con respecto a la que mostraron el genotipo CC .

Normalmente el IGFBP actúa para inhibir las actividades de los IGFs, pero también puede mejorar la acción del IGF mediante el almacenamiento de IGFs intracelularmente o facilitar el transporte de los IGFs en los tejidos donde lleva a cabo su objetivo influyendo en la biodisponibilidad. El IGFBP tiene como objetivo transportar al IGF dentro del folículo, específicamente en la teca y células de la granulosa aumentando aún más las concentraciones intraováricas de IGF promoviendo un mejor crecimiento folicular y evitando la atresia de los folículos, y así lograr la maduración de un folículo dominante viable evitando la pérdida de ciclos reproductivos en vacas posparto.

Estudios reportados por Llewellyn et al. [8] muestran que el gen del IGFBP6 interactúa con el gen IGF1, y ambos se encuentran asociados con distintas funciones reproductivas, a través de su interacción con diversos mecanismos que influyen sobre la actividad del tracto reproductor, interviniendo principalmente en la involución uterina y en la activación de la ciclicidad del ovario en vacas posparto. Esto coincide con lo encontrado en el presente estudio donde las vacas presentaban una tendencia favorable en la disminución

de días en la variable de intervalo entre partos y edad al segundo parto lo cual se considera que se debe a la rápida activación de la ciclicidad ovárica.

Conclusiones

El presente estudio identificó un polimorfismo del gen IGFBP6 como predictor del comportamiento reproductivo postparto en ganado bovino de la raza Brahman, observándose además un probable efecto aditivo del alelo favorable. Dicho efecto se apreció sobre las variables días al parto y edad al segundo parto. Lo anterior se atribuye a la relación funcional previamente establecida entre el IGFBP6 y el IGF1, donde este último está altamente relacionado con las diversas funciones que regulan la reproducción animal.

El descubrimiento de este polimorfismo como predictor del comportamiento reproductivo postparto en ganado bovino de la raza Brahman permite la implementación de la selección genética asistida por marcadores moleculares, ya que las hembras que posean esta variante del gen del IGFBP tendrán la habilidad para mostrar un comportamiento reproductivo postparto más eficiente, lo cual las identifica como hembras candidatas a ser seleccionadas para formar parte del pie de cría de la explotación ganadera. Por el contrario, las hembras que no posean dicho marcador molecular tendrán menos probabilidades de mostrar un desarrollo reproductivo eficiente después del parto. Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio representan una información valiosa, ya que dan la pauta o seguir con estudios similares en ganado Brahman existente en la región del valle del Yaqui, en los cuales sería posible encontrar otros genes con efectos significativos en la predicción del comportamiento reproductivo.

Bibliografía

- [1] Luna-Nevarez, P., G. Rincon, D. G. Riley, C. C. Jr. Chase, J. F. Medrano, D. VanLeeuwen, G. A. Silver, and M. G. Thomas. 2011. Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone/insulin like growth factor axis in straightbred and crossbred Angus, Brahman, and Romosinuano heifers: population genetic analyses and association of genotypes with reproductive phenotypes. *J. Anim. Sci.* 89:926-934.
- [2] Yilmaz, A., M. E. Davis, and R. C. M. Simmen. 2006. Analysis of female reproductive traits in angus beef cattle divergently selected for blood serum insulin-like growth factor I concentration. *Theriogenology* 65:1180-1190.
- [3] Rincon, G., M. G. Thomas, and J. F. Medrano. 2007. SNP identification in genes involved in GH-IGF1 signaling on BTA5. *Int. Plant Anim. Genome XV*:P536.
- [4] Pavelic, J., T. Matijevic, and J. Knezevic. 2007. Biological and physiological aspects of action of insulin-like growth factor peptide family. *Indian J. Med. Res.* 125:511-522.
- [5] Sherman, E. L., J. D. Nkrumah, B. M. Murdoch, C. Li, Z. Wang, A. Fu, and S. S. Moore. 2008. Polymorphisms and haplotypes in the bovine neuropeptide Y, growth hormone receptor, ghrelin, insulin-like growth factor 2, and uncoupling proteins 2 and 3 genes and their associations with measures of growth, performance, feed efficiency, and carcass merit in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86:11-16.
- [6] Holly, J., and C. Perks. 2006. The role of insulin-like growth factors binding proteins. *Neuroendocrinology* 83:154-160.
- [7] Fenwick MA, Wathes DC, Murphy J & Fitzpatrick R 2006 mRNA expression of the insulin-like growth factor family members in the liver of lactating cows under mild and severe negative energy balance. *Proceedings of the British Society of Animal Science* 18:18.
- [8] Llewellyn S., R. Fitzpatrick., D. A. Kenny, J. J. Murphy, R. J. Scaramuzzi and D. C. Wathes. 2007. Effect of negative energy balance on the insulin-like growth factor system in prerecruitment ovarian follicles of post partum dairy cows. *Society for Reproduction and Fertility* 88:1741-1789.

Cuadro 1. Valores promedio \pm EE para caracteres productivos y reproductivos en vaquillas de la raza Brahman.

Carácter	N	Media \pm EE
Peso al nacimiento, kg	59	29.7 \pm 0.2
Peso al destete, kg	59	176.7 \pm 1.8
Peso al año, kg	59	222.4 \pm 2.5
Edad al primer parto (EPP), d	59	774.4 \pm 7.2
Tasa de parición a 2 años, %	59	53.5
Tasa de preñez en primerizas, %	59	89.9
Días del empadre al parto (DEP),	59	389.8 \pm 15.4
Intervalo entre partos (INT), d	59	433.3 \pm 13.8
Edad al segundo parto (ESP), d	59	1204.1 \pm 17.6

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos \pm EE para caracteres de fertilidad entre los genotipos del polimorfismo IGFBP-695

Carácter	Polimorfismo IGFBP695			Prob.
	CC	CT	TT	
EPP	884.70	926.92	937.44	0.5201
DP	532.86 ^a	454.82 ^b	436.75 ^b	0.0476
INT	572.49	505.40	484.82	0.3936
ESP	1486.97 ^a	1345.65 ^b	1331.74 ^b	0.0421

EPP: Edad al primer parto
 DP: Días al parto
 INT: Intervalo entre partos
 ESP: Edad al segundo parto

Cuadro 3. Efectos de sustitución alélica y efectos fijos de aditividad y dominancia para los genotipos favorables del polimorfismo IGFBP-695.

Carácter	Efectos de sustitución alélica			Efectos fijos		
	Prob	Valor estimado	EE	Prob	Efecto aditivo	Efecto dominante
DP	0.0476	-43.56	38.46	0.0341	48.01	29.98
ESP	0.0421	-63.94	44.31	0.0367	77.61	63.71

DP: Días al parto
 ESP: Edad al segundo parto

ARTÍCULO 16. IDENTIFICACIÓN DE UN MARCADOR MOLECULAR DEL GEN DEL TRANSDUCTOR DE SEÑAL Y ACTIVADOR DE TRANSCRIPCIÓN-6 (STAT6) ASOCIADO AL INICIO DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN VAQUILLAS DE RAZA BRAHMAN.

Sánchez Estrada T. J.^a, López Castro P. A.^a, Thomas M. G.^b, y Luna Nevárez P.^a *

^aInstituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, México 85000.

^bUniversidad Estatal de Colorado, Fort Collins, USA 80523.

* Tel. (644) 4109000, email: pluna@itson.edu.mx

Palabras Clave: Actividad Reproductiva, Brahman, Vaquillas.

Introducción

La selección asistida por marcadores (MAS) identifica, a través del uso de marcadores moleculares, a aquellos animales que poseen regiones genómicas favorables para la expresión de caracteres de importancia económica [1]. Uno de los primeros ejemplos que resultaron de estas tecnologías es la selección en contra del gen del halothano en cerdos. Otro ejemplo de MAS fue la asociación significativa entre el gen del receptor del estrógeno y el número de lechones nacidos vivos. En los últimos años se ha descubierto una gran cantidad de genes relacionados con los caracteres de mayor importancia económica para el ganado, tales como ganancia de peso, conversión alimenticia, calidad de la canal, fertilidad, etc.; por lo tanto, el descubrimiento de genes asociados a dichos caracteres ha representado una importante estrategia de selección de animales deseables en los programas actuales de mejoramiento genético.

El principal objetivo de los estudios de asociación genética (ej. "genotipo-fenotipo") en poblaciones animales es la identificación de la relación entre los marcadores moleculares (ej. SNPs) y la variación fenotípica entre individuos para una característica específica. Procedimientos estadísticos son entonces necesarios para identificar aquellos alelos o genes que están altamente correlacionados con los caracteres fenotípicos en estudio, y poder entonces determinar si la asociación existe. Por lo general, estos estudios involucran animales sin parentesco, cuya relación genética se supone es distante. Sin embargo, en estudios genéticos que incluyen grandes poblaciones animales, es muy probable que muchos de ellos se encuentren emparentados [2]. En este tipo de poblaciones, la causa primaria de asociación falsa entre genotipo y fenotipo es la diversidad en la estructura genética de la población, conocida como estratificación poblacional, la cual resulta cuando los animales comparten ancestros en común. En forma práctica, el mejoramiento genético en el ganado bovino incluye la selección de padres con caracteres fenotípicos deseables que puedan ser transmitidos a la descendencia. Sin embargo, los recientes avances en la biología molecular han generado información genómica (marcadores moleculares) a gran escala, la cual puede ser combinada con información fenotípica para incrementar la eficiencia en los programas de selección y mejoramiento animal. Los marcadores moleculares han sido usados para identificar regiones genómicas dentro del ADN, las cuales están asociadas con caracteres económicamente importantes en el ganado bovino [3].

Como resultado, estas tecnologías han permitido el desarrollo de programas de selección genética a través de la incorporación de genes que controlan caracteres fenotípicos de

importancia económica para el productor de ganado bovino. Una gran ventaja de las tecnologías moleculares, es la posibilidad de mejorar la selección para caracteres fenotípicos difíciles de evaluar por los métodos tradicionales de mejoramiento, tal y como lo son los caracteres reproductivos, de longevidad y de características de la canal. Se conocen como genes candidatos a aquellos que tiene la habilidad de influir en la expresión de caracteres fenotípicos complejos debido a sus reconocidas propiedades biológicas y/o fisiológicas, o debido a su cercana localización a una región genómica conocida a la cual están asociados o ligados.

El IGF1 se ha estudiado porque representa un importante factor de crecimiento que está involucrado en varios procesos fisiológicos como lo son la reproducción, el desarrollo fetal y el desarrollo de este mismo. Por lo tanto, este se considera un gen candidato que puede ser utilizado en programas de selección genética para mejorar la fertilidad, debido a que está asociado con caracteres reproductivos tanto en la hembra como en el macho. Sin embargo este gen está asociado con otros genes candidatos, como el “Transductor de señal y activador de transcripción” (STAT) el cual incluye una familia de 6 factores de transcripción que se encuentran en los mamíferos y que en diversas funciones asociados a la reproducción.

Estos traductores de señales y activadores de la transcripción 1 a 6, requieren de fosforilación, y una vez activados llegan al núcleo, se unen al ADN en la región promotora y activan la transcripción de estos genes. Estos factores han sido identificados como miembros de la familia del traductor de la señal y activador de la transcripción (1, 2, 3, 4, 5a, 5b, y 6) que varían en su tamaño desde 750 hasta 900 aminoácidos y su masa molecular de 85 a 113 kda. Siendo una clase importante de las moléculas de señalización celular, cuya expresión génica se activa por citosinas (por ejemplo, las interleucinas e interferón-tau) y la hormona prolactina asociada a la gestación temprana y reconocimiento materno en la preñez, y suprimido por SOCS [4]. El interferón-tau influye en la fosforilación de STAT2, mientras que STAT6 traduce señales con interleucinas. La proteína STAT2 parece regular la respuesta biológica a los interferones de tipo 1 cuya actividad es en el epitelio uterino que se asocia a cambios endócrinos necesarios para el mantenimiento del embarazo precoz. La proteína STAT6 parece cumplir un importante papel en la función de células B durante el embarazo temprano incluyendo, la maduración y la expresión de IgE. Además, la activación ligando-receptor de STAT6 se asocia a efectos contrarios a la obesidad por la leptina.

En el Noroeste de México donde prevalece el clima desértico, el ganado bovino productor de carne se desarrolla bajo condiciones de manejo extensivo en agostadero. Los parámetros reproductivos en vaquillas criadas bajo este ambiente incluyen una tasa de preñez que fluctúa del 50 al 90% durante la primer y segunda épocas de empaque, así como una edad a primer parto variable de 24 a 36 meses.

En el estado de Sonora existen varios factores ambientales y de manejo que dificultan un adecuado comportamiento reproductivo del ganado. Adicionalmente el mal uso de agostaderos y la sequía son factores que afectan al ganado, y por consecuencia afectan al productor y a la economía de las explotaciones ganaderas. Por lo tanto, diversos estudios con ganado manejado bajo condiciones tropicales similares a las del estado de Sonora, han implementado nuevas técnicas para identificar aquellos animales con mayor fertilidad los cuales darán mayores ganancias. Una estrategia es mediante la detección de genes que estén asociados con la reproducción, a través de tecnología moleculares.

El ganado bovino criado bajo ambientes tropicales representa una población genéticamente valiosa, ya que no obstante que las condiciones climáticas son poco

favorables, una proporción del ganado manifiesta parámetros reproductivos eficientes (ej. tasa de preñez ~90% y edad al primer parto ~24 meses). Estas hembras bovinas, se considera que poseen ciertos genes favorables que pueden ser identificados a través tecnologías basadas en marcadores moleculares, los cuales podrían ser incluidos en programas de selección asistida por marcadores (SAM), por lo que la realización de estudios asociativos con marcadores moleculares (SNPs) es necesaria para identificar los genes que realmente están asociados con caracteres fenotípicos asociados a la fertilidad del ganado bovino. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue desarrollar un estudio asociativo entre polimorfismos del gen STAT6 y el comportamiento reproductivo en ganado bovino de la raza Brahman.

Metodología

El presente estudio incluyó 59 vaquillas Brahman nacidas y criadas bajo un ambiente semi-árido. Las becerras fueron aretadas y pesadas al nacimiento, herradas y vacunadas a los 60 días, y pesadas de nuevo a los 205 (destete) y 365 días de edad, y fueron mantenidas pastoreando zacates Bahía y Bermuda. A los 15 meses de edad fueron colocadas en potreros con toros de fertilidad probada, y después de su primer parto fueron de nuevo expuestas a los toros. Se colectó la información necesaria para determinar las siguientes variables reproductivas: 1) Edad al primer parto (EPP; intervalos del nacimiento hasta el primer parto, 2) Edad al segundo parto (ESP; intervalo del nacimiento al segundo parto) 3) Intervalo entre partos (INT; período en días entre el primer y segundo partos); y Días al parto (DP; diferencia en días entre ESP y el primer día de la época de empadre previa en la que las vaquillas fueron expuestas a los toros. Para este estudio se utilizaron polimorfismos de nucleótido simple (SNP) correspondientes al gen del Transductor de Señal y Activador de Transcripción-6 (STAT6). Dicho gen se localiza dentro del cromosoma 5 del bovino y fue secuenciado por Rincón et al. [5].

Para la recolección de muestras sanguíneas se utilizaron tubos vacutainer con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético EDTA (4%). Una vez colectadas, las muestras fueron colocadas en una hielera a temperatura de -5°C y transportadas al Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción del ITSON para ser inicialmente centrifugadas a 2500 RPM durante 25 min a temperatura ambiente (37°C), hasta la aparición de una capa blanquecina intermedia (capa leucocitaria). Posteriormente, las muestras fueron procesadas para la extracción, purificación y cuantificación de la concentración de ADN. Para la extracción de ADN se utilizó el kit comercial Flexigene (Qiagen, Valencia, CA), siguiendo los procedimientos descritos por Luna-Névarez (2009). Entonces, la solución de ADN resultante se congeló y almacenó a -80 °C. El ADN de cada muestra fue cuantificado utilizando una micro placa lectora y un espectrofotómetro Beckman UV/VIS. La concentración de ADN se calculó a través de la siguiente fórmula: $\text{ADN (ng/ml)} = \text{lectura de absorvancia a 260 nm} \times \text{factor de ADN (50)} \times \text{factor de dilución (1:50)}$. Una vez cuantificado, el ADN se dividió en 2 alícuotas y se colocó en 2 tubos para su almacenamiento a -80°C hasta su utilización para análisis genéticos. Para la determinación de los genotipos correspondientes a los polimorfismos del gen del STAT6, se utilizó el procedimiento de discriminación de alelos a través de PCR en tiempo real descrito por Thomas et al. [6].

Análisis Estadísticos

Las estadísticas descriptivas para las variables EPP, DP, INT y ESP fueron calculadas utilizando el procedimiento MEANS. Las frecuencias alélicas y genotípicas, así como la desviación del equilibrio Hardy-Weinberg para cada polimorfismo utilizado fueron

estimadas a través del procedimiento ALLELE.

El análisis asociativo fue desarrollado usando el procedimiento MIXED, a través de los modelos estadísticos de efectos mixtos para variables continuas. Se utilizó la opción PDIF del procedimiento LSMEANS para generar las comparaciones entre medias para cada genotipo, siempre y cuando el término genotipo resulte significativo ($P < 0.05$). El efecto de la sustitución alélica (ej. efecto de substituir un alelo por otro dentro de la población) fue calculado a través de un modelo de regresión incluyendo el término alelo como covariable. Los efectos genéticos de dominancia y aditividad fueron estimados siguiendo los procedimientos descritos por Luna-Nevarez et al. [3].

Todos los análisis estadísticos antes mencionados fueron realizados utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC), que incluye las herramientas de análisis genéticos [7].

Resultados y Discusión

Las estadísticas descriptivas para los caracteres de crecimiento y reproductivos de vaquillas de la raza Brahman se muestran en el cuadro 1. Del total de polimorfismos incluidos en el estudio sólo 5 de ellos mostraron una frecuencia del alelo menor (FAM) por arriba de 0.10 en las vaquillas de la raza Brahman. Estos 5 marcadores moleculares son considerados polimórficos y exclusivos de la raza Brahman, por lo cual sólo ellos fueron incluidos en el presente estudio.

El análisis asociativo, a través de un modelo de efectos mixtos, indicó que 2 de los 5 polimorfismos del gen STAT6 (ej. STAT6_24000 y STAT6_10992) mostraron ser predictores de la fertilidad en las vaquillas, a través de un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la variable de edad al primer parto (EAP). Al analizar el efecto fijo del año de nacimiento y el efecto aleatorio del macho, ambos resultaron ser fuentes significativas de variación ($P < 0.01$) sobre la variable reproductiva antes mencionada. Sin embargo, ninguno de los dos polimorfismos antes mencionados se asoció a las variables reproductivas de días al parto, intervalo entre partos y edad al segundo parto, lo que sugiere que ambos polimorfismos se asocian al comportamiento reproductivo en vaquillas, pero no en vacas de primer parto.

El cuadro 2 describe las medias de los caracteres reproductivos correspondientes a cada uno de los genotipos del polimorfismo STAT6_24000, donde el alelo C resultó ser el alelo favorable ($P < 0.05$). Cuando está presente en el genotipo, el alelo C reduce en 124.26 días la edad al primer parto, lo cual indica un efecto de sustitución alélica ($P < 0.05$). En el análisis de contrastes el término lineal resultó significativo ($P < 0.05$), pero no el cuadrático, lo cual sugiere un efecto aditivo de los alelos.

Las medias de los caracteres reproductivos correspondientes a cada uno de los genotipos del polimorfismo STAT6_10992 (cuadro 3), indican que el alelo G resultó ser el alelo favorable ($P < 0.05$). Cuando está presente en el genotipo, el alelo T reduce en 155.01 días, la edad al primer parto lo que indica un efecto de sustitución alélica ($P < 0.05$). En el análisis de contrastes el término lineal resultó significativo ($P < 0.05$), pero no el cuadrático, lo cual sugiere un efecto aditivo de los alelos.

El gen del transductor de la señal y activador de la transcripción-6 (STAT6) y sus polimorfismos, han sido identificados en el cromosoma 5 de la especie bovina y los cuales están asociados con el eje endócrino GH-IGF [3,8].

De los 5 polimorfismos del gen STAT6 estudiados en esta investigación, dos de ellos

resultaron ser predictores de la edad al primer parto en vaquillas de la raza Brahman. Estos resultados coinciden con los reportados por Luna-Névarez et al. [3], donde un polimorfismo de dicho gen se asoció a caracteres reproductivos postparto en vaquillas de una población que incluyó razas Angus, Brahman y Romosinuano. En otro estudio, DeAtley et al. [8] reportó micro-satélites del gen STAT6 como asociados al crecimiento y caracteres de canal en ganado Angus y Brahman.

La Somatotropina bovina es una hormona proteínica producida en la glándula pituitaria del ganado de 191 aminoácidos GH que tiene una vida media en circulación de 15 a 20 minutos viaja unida a una proteína ligante de alta afinidad (GHBP) cumple diferentes funciones en los tejidos, importantes durante el crecimiento así como también a lo largo de la vida. Las GHBPs son formas solubles y circulantes del dominio extracelular del receptor de GH idénticas a la porción extracelular del receptor hepático de GH y forman un complejo con la hormona. Es también llamada la hormona del crecimiento bovina, o rBGH. Una vaca naturalmente segrega GH de la glándula pituitaria hacia el torrente sanguíneo, la cual inmediatamente, ocurre una interacción entre las proteínas JAK-2 (Kinasa Jasus) acopladas a la región Box-1 con las moléculas del receptor. Esta proximidad entre las JAKs lleva a la fosforilación mutua de residuos tirosina localizadas en el dominio kinasa de las mismas. Una vez fosforilada, JAK 2 pasa a hacer lo propio sobre múltiples residuos tirosina presentes en el GHR, generando sitios de acoplamiento (docking sites) para otras moléculas señalizadoras. El GHR y la JAK-2 activan diversas vías de señalización comunes a varios receptores con actividad tirosina kinasa, cuyas moléculas mensajeras se unen a dichos sitios de tirosina fosforilada. Por lo tanto, GHR y los receptores de citoquinas poseen una vía de señalización que utiliza las proteínas citoplasmáticas llamadas STAT6 (transductor de la señal y activador de la transcripción) a las cuales se unen para activarlas y una vez activado, el STAT6 entra al núcleo del hepatocito donde se encuentra el ADN (región promotora) y activa la transcripción lo cual trae por consecuencia la síntesis del IGF1.

Conclusiones

En este estudio se identificó el STAT6 como un gen candidato para la raza Brahman al resultar éste predictor del comportamiento reproductivo en vaquillas y vacas primerizas, a través de un efecto aditivo. Por lo anterior, se sugiere que el gen STAT6 tiene una relación funcional sobre el eje endócrino GH-IGF, el cual se localiza en una región del cromosoma 5 asociada a la fertilidad.

Por lo tanto se propone al gen STAT6 como un gen candidato para ser considerado dentro de un programa de selección asistida por marcadores moleculares, con la finalidad de mejorar genéticamente la habilidad reproductiva en ganado bovino de raza Brahman. Finalmente, este estudio aporta información novedosa y muy útil debido a que en la región del sur de Sonora prevalece el ganado de la raza Brahman, por lo general en cruzamientos con razas Europeas para facilitar la resistencia y adaptación del ganado a las condiciones áridas extremas de esta región. Se recomienda entonces la realización de este tipo de estudios moleculares, buscando asociar genes como el STAT6 con los caracteres productivos y reproductivos de mayor importancia para el ganado Brahman y sus cruces existente en el sur de Sonora. Ello permitiría identificar el ganado genéticamente más valioso, y como mayores habilidades de resistencia, adaptación y productividad, que le asegurarían un desempeño exitoso dentro de los sistemas de producción de ganado de carne existentes en la región

Bibliografía

- [1] Georges, M. 2007. Mapping, fine mapping, and molecular dissection of quantitative trait loci in domestic animals. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.* 8:131-162.
- [2] Balding, D. J. 2006. A tutorial on statistical methods for population association studies. *Nat. Reviews* 7:781-791.
- [3] Luna-Nevarez, P., G. Rincon, D. G. Riley, C. C. Jr. Chase, J. F. Medrano, D. VanLeeuwen, G. A. Silver, and M. G. Thomas. 2011. Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone/insulin like growth factor axis in straightbred and crossbred Angus, Brahman, and Romosinuano heifers: population genetic analyses and association of genotypes with reproductive phenotypes. *J. Anim. Sci.* 89:926-934.
- [4] Croker, B. A., H. Kiu, and S. E. Nicholson. 2008. SOCS regulation of the JAK/STAT signaling pathway. *Sem. Cell Dev. Biol.* 19:414-422.
- [5] Rincon, G., M. G. Thomas, and J. F. Medrano. 2007. SNP identification in genes involved in GH-IGF1 signaling on BTA5. *Int. Plant Anim. Genome XV*:P536.
- [6] Thomas, M. G., R. M. Enns, K. L. Shirley, M. D. Garcia, A. J. Garrett, and G. A. Silver. 2007. Associations of DNA polymorphisms in growth hormone and its transcriptional regulators with growth and carcass traits in two populations of Brangus bulls. *Genet. Mol. Res.* 6:222-237.
- [7] Saxton, A. M. 2004. Genetic analysis of complex traits using SAS. SAS Institute, Inc., North Carolina.
- [8] DeAtley, K. L., G. Rincon, C. R. Farber, J. F. Medrano, P. Luna-Nevarez, R. M. Enns, D. M. VanLeeuwen, G. A. Silver, and M. G. Thomas. 2011. Genetic analyses involving microsatellite ETH10 genotypes on bovine chromosome 5 and performance trait measures in Angus- and Brahman-influenced cattle. *J. Anim. Sci.* 89:2031-2041.

Cuadro 1. Valores promedio \pm EE para caracteres productivos y reproductivos en vaquillas de la raza Brahman.

Carácter	N	Media \pm EE
Peso al nacimiento, kg	59	29.7 \pm 0.2
Peso al destete, kg	59	176.7 \pm 1.8
Peso al año, kg	59	222.4 \pm 2.5
Edad al primer parto (EPP), d	59	774.4 \pm 7.2
Tasa de parición a 2 años, %	59	53.5
Tasa de preñez en primerizas, %	59	89.9
Días del empadre al parto (DEP),	59	389.8 \pm 15.4
Intervalo entre partos (INT), d	59	433.3 \pm 13.8
Edad al segundo parto (ESP), d	59	1204.1 \pm 17.6

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos \pm EE para caracteres de fertilidad entre los genotipos del polimorfismo STAT6_24000.

Carácter	N	Polimorfismo STAT6_24000			Prob
		CC	CT	TT	
EPP	54	902.7 \pm 43.8b	958.3 \pm 67.4a	1426.6 \pm 186a	0.0241
DP	39	444.9 \pm 34.4	485.3 \pm 70.5		0.5927
INT	39	503.4 \pm 33.5	542.5 \pm 60.9		0.5366
ESP	39	1341.7 \pm 41.5	1437.4 \pm 82.4		0.2809

Efectos de sustitución alélica y efectos fijos de aditividad y dominancia para los genotipos favorables del polimorfismo STAT6_24000.

Carácter	Efectos de sustitución alélica			Efectos fijos		
	Prob	Valor estimado	EE	Prob	Efecto aditivo	Efecto dominante
EPP	0.0445	-124.26	59.95	0.0241	261.96	206.35

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos \pm EE para caracteres de fertilidad entre los genotipos del polimorfismo STAT6_10992.

Carácter	N	Polimorfismo STAT6_10992			Prob
		AA	AG	GG	
EPP	51	1412.3 \pm 182 ^a	988.3 \pm 67.7a	893.3 \pm 37.6b	0.0170
DP	37		528.2 \pm 82.7	438.3 \pm 37.8	0.2965
INT	37		555.2 \pm 71.3	499.6 \pm 35.9	0.4457
ESP	37		1493.1 \pm 95.2	1339.5 \pm 42.1	0.1336

Efectos de sustitución alélica y efectos fijos de aditividad y dominancia para los genotipos favorables del polimorfismo STAT6_10922.

Carácter	Efectos de sustitución alélica			Efectos fijos		
	Prob	Valor estimado	EE	Prob	Efecto aditivo	Efecto dominante
EPP	0.0139	-155.01	59.93	0.0170	-259.46	164.54

EPP: Edad al primer parto
 DP: Días al parto
 INT: Intervalo entre partos
 ESP: Edad al segundo parto

ARTÍCULO 17.

BLOGS, UNA ALTERNATIVA DE DIFUSIÓN PARA LA BIOTECNOLOGÍA.

Lovio Fragoso J., Camarena Castellanos C., Gassós Ortega L. y Tavares Sánchez O.

Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Obregón, Campus Náinari, Antonio Caso 2266, Villa Itson, C.P. 85130. Teléfono: +52 (644) 4-10-09-00 Email: jpablolovio@hotmail.com

Palabras clave: TIC; Blogs; Biotecnología.

Introducción

Los constantes avances en la cultura tecnológica han dado pie a las tecnologías de la información y telecomunicaciones (TIC), que se definen como un nuevo sistema económico y socio-político caracterizado por constituir un espacio inteligente que se construye en base a la información, los instrumentos de acceso y procesamiento de las mismas, así como de las capacidades de comunicación ^[1].

De todos los elementos que integran las TIC, sin duda el más poderoso y revolucionario es Internet, que abre las puertas de una nueva era, la Era Internet, en la que se ubica la actual Sociedad de la Información. Internet es un canal que permite acceder a un gran volumen de información, inabarcable, incierta y con fecha de caducidad, almacenada a lo largo y ancho de una extensa red de ordenadores interconectados ^[2].

Los weblogs son un medio originario de la Web, posiblemente el primer medio nativo de ésta. De hecho, se considera que el primer weblog fue la página *What's new in '92* publicada por Tim Berners Lee desde enero de 1992 para divulgar las novedades del proyecto *World Wide Web (www)*. Si bien posteriormente se los ha asimilado a diarios personales, en sus comienzos la base de los weblogs fue el enlace: enlaces con un breve comentario, un registro (log) de la navegación de la Web. Jorn Barger, quien acuñó el término *weblog* en 1997, mantiene hasta hoy el estilo original del medio en su famoso blog *Robot Wisdom*^[3].

De acuerdo a Centeno, Fernández & Muñoz (2009), los weblogs se han convertido en los últimos tiempos en un verdadero fenómeno dentro de la “www” y su expansión ha sido rápida y constante como consecuencia de la aparición de diferentes servicios de alojamiento de bitácoras, entre los factores que han permitido su amplia difusión se encuentran: la inmediatez a la hora de incorporar nuevos contenidos, es muy cómodo para su lectura, su edición es muy fácil, ya que cualquier persona con conocimientos muy básicos de informática, puede mantenerlo en la red^[4].

Por otro lado, a diferencia de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, la difusión de la Biotecnología ha sido menor y todavía no se ha extendido suficientemente. Los continuos avances científicos en las áreas de la biología molecular y de las ciencias conexas, así como las oportunidades que se abren a mediano y largo plazo para el desarrollo de nuevos productos y procesos, permiten definir a la Biotecnología como un nuevo paradigma tecnológico y una de las tecnologías de impacto generalizado más poderosas del siglo XXI ^[5].

A pesar de este enorme impacto, la cultura científica sigue siendo una asignatura pendiente en nuestra sociedad. La falta de información y, sobre todo, de comprensión de los avances en ciencias de la vida – biología, medicina, genética – y de todas sus aplicaciones biotecnológicas generan a veces confusión y pueden desvirtuar la valoración de los beneficios que su uso puede reportar sobre la calidad de vida de las personas ^[6].

Recientemente en España, a principios del año 2012, la Plataforma de Mercados Biotecnológicos en colaboración con el Ministerio de Ciencia e Innovación, ha creado la campaña “Acércate a la Biotecnología”, que obtuvo el apoyo a su vez de empresas tales como Merck y Zeltia y también de la Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO). El objetivo de dicha plataforma es dar a conocer al público en general el impacto de la Biotecnología, sus desarrollos, aplicaciones, beneficios y mejorar la imagen de las compañías enfocadas a esta rama de la ciencia con el fin de destacar la cotidianidad de esta tecnología en muchos aspectos de la vida diaria. También ofrece un espacio para la participación del público, tanto en aportaciones al conocimiento así como el acceso y seguimiento del mismo ^[7].

Es por ello que se piensa que a través del diseño de un blog, se pueda generar una apertura al conocimiento de lo que es la Biotecnología, el alcance que ésta tiene y concientizar al público en general de que no es una ciencia reciente y “aislada” sino que tiene orígenes ancestrales y que se convive a diario con ella.

Metodología

El presente trabajo es una investigación del tipo exploratoria y transversal, que se basó en trabajos de Coronado (2010), y se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Sonora con dos grupos focales de estudiantes universitarios y profesores. Cada grupo estuvo conformado por un total de 10 integrantes, uno de ellos con conocimiento de la Biotecnología y otro ajeno a la materia ^[8].

Diseño

Se seleccionó al blog como medio o herramienta para proporcionar información acerca de la Biotecnología, orientada a estudiantes y a público en general, aprovechando las ventajas que dicho medio ofrece para enriquecer las publicaciones de su administrador. Se creó un índice de temas de interés, el cual fue desarrollado a partir de información recopilada por libros, revistas, bases de datos electrónicas y artículos científicos publicados en Internet.

La información científica presentada, fue con un lenguaje sencillo con el fin de que fuera de fácil comprensión para quien ingresara al sitio, con referencias para que el usuario continuara informándose de cada uno de los temas y con material de apoyo con dos objetivos: complementar y despertar el interés de quien entrara en contacto con el blog y avalar los contenidos expuestos. Se cuidó y revisó minuciosamente los contenidos publicados para brindar calidad y orientación confiable hacia otras fuentes de información de renombre.

Desarrollo

Se utilizó la plataforma Blogger para la creación del blog, ya que brinda las herramientas necesarias para los objetivos previstos, además es gratuito. Cada tema desarrollado fue subido al blog en Internet de manera independiente uno de otro. Se incluyó un espacio para que los usuarios expresen sus dudas y comentarios con respecto a los temas expuestos, para así poder responder a sus inquietudes o dar orientación hacia otras fuentes que amplíen el conocimiento e interés del usuario.

Evaluación

Se diseñó una encuesta para evaluar al blog en base a su contenido y diseño. Dicha encuesta estuvo enfocada en detectar si el blog era apropiado, atractivo y dinámico, además se permitió que el usuario en esta sección, aportara sugerencias para enriquecer el blog y poder ofrecer un material más completo y más competente. La encuesta fue elaborada haciendo uso de la aplicación de 'Google Docs', a partir de una cuenta de correo electrónico de 'Gmail'.

En esta fase se contactó por vía telefónica, correo electrónico y/o personal a cada integrante de ambos grupos focales, para que ingresaran a revisar y evaluar el blog en el tiempo y espacio de su preferencia, considerando que en esas condiciones, en un futuro, el resto de usuarios que visiten o encuentren el sitio en la red, lo harán. Una vez revisado el blog, se procedió a responder la encuesta previamente diseñada, para lo cual se envió vía correo electrónico, el enlace que llevaba a dicha herramienta, recibándose las respuestas en una base de datos.

Análisis estadístico y mejora.

Se realizó una matriz con los datos recopilados de las respuestas de la encuesta, utilizando el programa Excel del Microsoft Office y se agruparon por frecuencias. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de la información para comparar las respuestas de ambos grupos focales.

Una vez analizadas las respuestas de cada uno de los participantes, se dio la atención requerida para responder a las sugerencias para mejora del blog y para las que se consideraron viables, se tomaron acciones para implementarse en el momento oportuno.

Resultados y discusión

La edad promedio de los participantes de ambos grupos focales para la evaluación del blog fue de 32 años. El 40% fueron mujeres y el 60% fueron hombres. El nivel de estudio de los participantes resultó en un 50% con Licenciatura, 25% con Maestría y 25% con Doctorado. El grupo 1 estuvo conformado por estudiantes y profesores relacionados con la Biotecnología y el grupo 2 integrado por personas ajenas al área. Cabe destacar que ambos grupos contaron con 4 mujeres y 6 hombres respectivamente.

En la figura 1, se destaca la preferencia de los participantes respecto al elemento que más atrajo su atención (contenido y diseño). El 50% de los participantes del grupo 1 y 2 señalan al contenido como el elemento que más llamó la atención, dejando un 50% de las preferencias al contenido y diseño por igual, para ambos grupos.

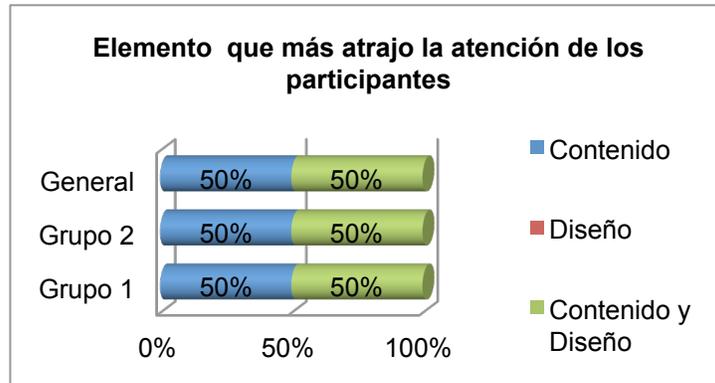


Figura 1. Elemento que más atrajo la atención de los participantes

Con respecto al tema de mayor agrado abordado en el blog (figura 2), el grupo 1 (relacionado con la Biotecnología) resalta a “Transgénicos: ¿Mejora o riesgo?” con un 30%, seguido de “Eugenesia: ¿Seres vivos a la carta?” con un 20% y con un 10% los temas “¿Y tú, a qué te dedicas?”, “La Biotecnología: Origen Ancestral”, “Ingeniería Genética: ¿Una obra de arte?” y “Proyecto Genoma Humano” respectivamente.

Para el grupo 2 (no relacionado con la Biotecnología) en cambio, el tema de mayor agrado fue “Proyecto Genoma Humano” con el 40% de las preferencias, seguido de “Transgénicos: ¿Mejora o riesgo?” con un 20% y con menor puntaje los temas “¿Y tú, a qué te dedicas?”, “Primer acercamiento: La célula”, “Eugenesia: ¿Seres vivos a la carta?” y “Bioética: Las reglas del juego” con un 10% de las preferencias respectivamente.

Como se muestra en la figura 2, los temas “Proyecto Genoma Humano” y a “Transgénicos: ¿Mejora o riesgo?” resultaron de mayor aceptación general con un 25% respectivamente, seguidos con un 15% “Eugenesia: ¿Seres vivos a la carta?”, luego “¿Y tú, a qué te dedicas?” y “Primer Acercamiento: La célula” con 10% de las preferencias respectivamente y por último “La Biotecnología: Origen Ancestral”, “Ingeniería Genética: ¿Una obra de arte?” y “Bioética: Las reglas del juego” con el 5% respectivamente.

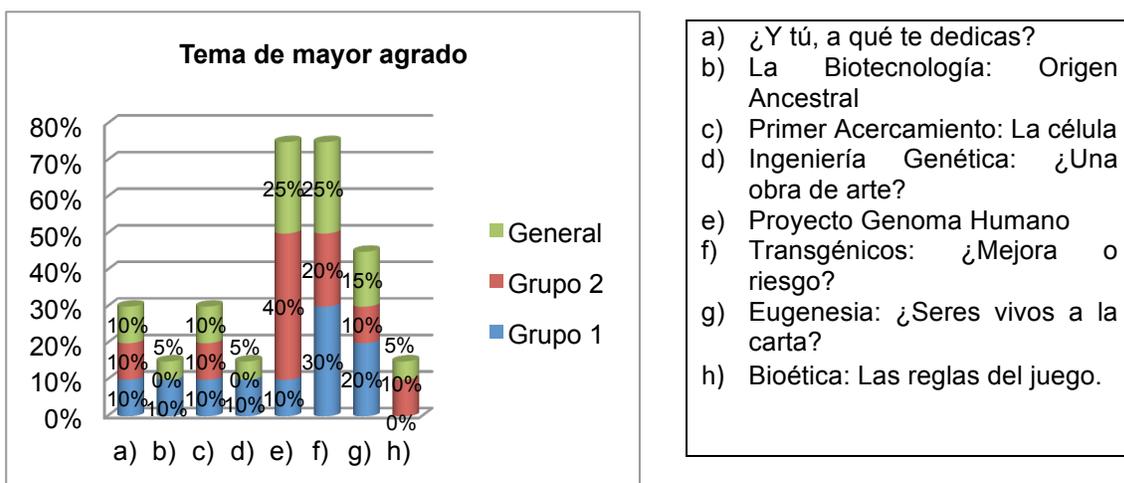


Figura 2. Tema de mayor agrado.

En base a lo anterior y a los resultados obtenidos con lo que respecta, a los temas de mayor agrado seleccionados por los participantes, “Proyecto Genoma Humano” y “Transgénicos: ¿Mejora o riesgo?”, se puede distinguir dónde la sociedad aprecia más fácilmente la acción de la Biotecnología, que son los sectores agrícola y de la salud.

Para que los temas publicados pudieran ser de interés de cualquier participante y que éstos pudieran determinar cuales de ellos serían de su agrado, se procuró desarrollar cada uno lo más sencillo y claro posible. El 90% de los integrantes del grupo 1, señalaron que la manera en que se abordaron los temas fue ‘muy clara’, mientras que el 10% mencionó que fue ‘medianamente clara’. Para el grupo 2, el 80% de sus integrantes, encontró ‘muy clara’ la forma en que los temas fueron desarrollados, en contraste con el 20% restante que calificaron ‘medianamente clara’ la información presentada en el blog. La diferencia entre el grupo 1 y el grupo 2 corrobora, en primera instancia, que el grupo 1, cuyos integrantes poseen afinidad con la Biotecnología, comprendió y asimiló más la información compartida en el blog que el grupo 2, debido a una ventaja sobre éste último en el dominio de esta ciencia. Sin embargo, dicha diferencia no es relevante para establecer en segunda instancia, que el grupo 2 que se encuentra ajeno a la materia, también encontró mayormente entendible la información presentada.

Como se mencionó anteriormente, la información publicada y desarrollada se sustentó en diversas fuentes bibliográficas y a su vez, se proporcionó orientación a otras para que los usuarios incrementaran su acervo y conocimiento. Lo anterior hace referencia a que se cuestionó a los participantes de ambos grupos si dichas fuentes bibliográficas fueron de utilidad, resultando afirmativa en un 50% en el grupo 1 y el 50% restante, externó que le interesaría saber más. Por otro lado, el grupo 2 señaló con un 70% que las fuentes bibliográficas presentadas ampliaron su conocimiento, mientras que el 30% respondió que le gustaría saber más.

Otro punto a evaluar por parte de los participantes fueron los elementos de apoyo (imágenes y videos), utilizados para enriquecer los distintos temas abordados. Para el grupo 1, el 70% califica como ‘apropiados’ los elementos de apoyo, mientras que el 30% los señala como ‘medianamente apropiados’. El grupo 2 determinó en un 90% que los elementos de apoyo fueron ‘apropiados’ y el 10% restante como ‘medianamente apropiados’.

Teniendo presente lo anterior, se solicitó a los participantes otorgar su opinión en base a su criterio, referente a si recomendarían el blog a otros usuarios. La respuesta fue afirmativa en un 100% en ambos grupos.

También se brindó un espacio a los participantes para que sugirieran algún tema de interés para que se publicara y se le diera seguimiento en el blog. Cabe mencionar que los temas sugeridos fueron muy diversos. Algunos de ellos se presentan a continuación:

- ✓ Biotecnología marina.
- ✓ Función de los microorganismos en la Biotecnología.
- ✓ Cultivo de tejidos vegetales.
- ✓ Bioinformática: moléculas y vida.
- ✓ Biotecnología orientada a la alimentación.
- ✓ Profundizar en aplicaciones y proporcionar noticias en cuanto a avances.

Finalmente, se solicitó a los participantes contribuir con su punto de vista respecto a alguna sugerencia o comentario que enriqueciera el blog y hacer posible la detección de áreas de oportunidad o mejora. Como muestra de los comentarios aportados se tiene:

- ✓ En la marcha, ir mejorando el diseño del blog ya que el contenido es de calidad.
- ✓ Mejorar/incrementar los elementos multimedia.
- ✓ Trabajar un logotipo que distinga a la página.
- ✓ Abordar temas relacionados con mapas tecnológicos para la estrategia empresarial como apertura al campo tecnológico.
- ✓ Seleccionar cuidadosamente los temas y abordarlos con tacto por los efectos que puedan generar, debido a que dicho medio llega a muchas personas.

Conclusiones

Se logró la creación y diseño de un blog para derribar los posibles mitos y falacias que los usuarios pudieran presentar ante la Biotecnología y así poder brindar información confiable y orientación hacia otras fuentes para incrementar el conocimiento. Tanto fuentes bibliográficas expuestas como elementos de apoyo, para enriquecer los distintos temas abordados, resultaron de utilidad para los usuarios obteniendo comentarios positivos por parte de los mismos y por añadidura, recomendaron el blog a otros usuarios. Por otra parte, la retroalimentación adquirida por los usuarios, favoreció la concientización en la importancia y la responsabilidad que se tiene al ser difusor de la información y más al tratarse de la Biotecnología, que todavía en la actualidad, a pesar de perfilarse como la ciencia del siglo en curso, presenta limitaciones que en la medida en que la información sea correctamente transmitida, se irán minando y por ende, habrá mayor aceptación por la sociedad.

Por último se recomienda dar seguimiento al blog, publicar regularmente e informarse de las distintas aplicaciones e innovaciones que pueden desarrollarse en la plataforma, ya que se tienen perspectivas de que esta herramienta pueda ser de ayuda para generaciones futuras que deseen involucrarse en esta ciencia.

Bibliografía

- [1] García, E; Rialp, A & Rialp, J. (2007). *Inversiones en TIC y estrategias de crecimiento empresarial*. Francia: Centre d'Economía Industrial.
- [2] Ruiz, M; et.al. (2004). *Las TIC: Un reto para nuevos aprendizajes*. España: NARCEA, S.A. DE EDICIONES
- [3] Rojas, O; et. al; (2006). *Blogs: La conversación en Internet que está revolucionando medios, empresas y a ciudadanos*. España: ESIC Editorial.
- [4] Centeno, M; Fernández, L & Muñoz, J. (2009). *La importancia de los blogs en el ámbito educativo y utilidades específicas en la universidad*. España: Ittakus.
- [5] CEPAL. (2008). *La transformación productiva 20 años después*. Chile: CEPAL
- [6] Biocat. (2011). *Percepción social de la biotecnología*. Recuperado el día 29 de mayo de 2012 en: <<http://www.biocat.cat/es/percepcion-social-de-la-biotecnologia>>
- [7] Zamora, A. (2012, 11 de enero). 'Biopositívate', la nueva plataforma para la difusión de la Biotecnología. Mensaje dirigido a: <<http://fundacion-antama.org/nace-%E2%80%98biopositivizate%E2%80%99-la-nueva-plataforma-para-la-difusion-de-la-biotecnologia/>>
- [8] Coronado, F. "Grado de aceptación del blog de nutrición de un grupo focal de estudiantes universitarios". Tesis de Licenciatura. Director: Laura Elisa Gassós Ortega. Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 2010.

RESUMEN 18.

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE SEMILLAS DE *Lesquerella* PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Hernández Sierra D¹., Rodríguez Ramírez R^{1,2}., Mondaca Fernández I²., Meza Montenegro M. M². y Balderas Cortés J. J²

¹Laboratorio de Biotecnología y Trazabilidad Molecular de los Alimentos.

²Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero, Colonia Centro. Ciudad Obregón, Sonora. México, 85000. *Autor de correspondencia roberto.rodriguez@itson.edu.mx

Palabras clave: *Lesquerella*, ácidos grasos, biocombustibles.

Resumen

Lesquerella fendleri crece de forma natural al norte de México y sur de Estados Unidos, sus semillas contienen un aceite similar a aceite de ricino, lo cual lo hace candidato principal como aditivo para combustible (Diesel) mejorando la lubricidad [1, 2]. por otra parte este tipo de cultivo ofrece la alternativa para una variedad de aplicaciones industriales y al mismo tiempo potencializarse como un cultivo alternativo para los agricultores y con esto aumentar los beneficios de la localidad, ya que estas semillas pueden crecer en ambientes poco productivos como zonas áridas. En la actualidad la búsqueda de nuevas alternativas energéticas está en crecimiento, es por eso la importancia del análisis y caracterización del perfil de ácidos grasos de la semilla *Lesquerella* para la obtención de biocombustible y/o aditivo. El análisis consistió en la extracción y metilación de aceite de *Lesquerella* mediante la metodología descrita previamente [1]. La caracterización del perfil de ácidos grasos se realizó comparando los tiempos de retención con una mezcla de ésteres metílicos (37-FAME Mix) mediante cromatografía de gases, utilizando un detector de ionización de flama (FID) una columna para ácidos grasos libres (CP7485). En el perfil obtenido de las semillas de *Lesquerella* se encontraron 17 ácidos grasos diferentes, de los cuales el ácido esteárico (C18:0), oléico (C18:1n9), linoléico (C18:2n6), linolénico (C18:3n3), palmítico (C16:0), palmitoléico (16:1), heptadecanoico (C17:1), araquidónico (C20:0), eicosanoico (C20:1) fueron los de mayor proporción. Comparando los resultados obtenidos con otros autores, estos mostraron gran similitud al tener altas proporciones de ácidos grasos de 18 carbonos, como concordancia con el perfil de ácidos grasos de otras semillas con potencial lubricante reportado previamente. [1,3]. El análisis del perfil de ácidos grasos obtenido en semillas *Lesquerella* muestra que en base a la longitud y grado de insaturación dentro de la cadena de carbonos características que le podrían permitir su uso como un posible aditivo en biocombustibles.

Introducción

La disminución de los recursos de combustibles fósiles, el aumento en el precio del petróleo y las emisiones contaminadoras hacia el medio ambiente, hace de las energías renovables una alternativa excepcional para el futuro. Los biocombustibles como el biodiesel es una de estas prometedoras alternativas de energías, tanto mezclado o directamente como reemplazo de combustible para reducir el desgaste y los daños a los motores de los vehículos, principalmente en el sistema de inyección [1,2]. El biodiesel se define como los mono-alkil ésteres de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o animales, aunque también se puede obtener de las grasas y aceites de

cocina reciclados, además es biodegradable, no tóxico y prácticamente libre de azufre y compuestos aromáticos lo que lo convierte en un combustible amigable con el medio ambiente [2, 3, 4].

Desde hace cientos de años el hombre ha buscado las plantas más atractivas para su cultivo y domesticación, a partir de la cuales se establecieron los procesos productivos agrícolas, hoy el ser humano se está encargando de investigar aquellos cultivos atractivos para la producción de energías alternas. Muchos investigadores han llegado a la conclusión de que las plantas oleaginosas no comestibles para producir biodiesel tienen que ser considerados como combustibles alternativos y sostenibles, ya que la mayoría están bien adaptadas a las condiciones áridas o semiáridas, requieren de poca humedad para crecer, una baja fertilización, además de que estas plantas no compiten con los alimentos [4].

El género *Lesquerella* se origina en las zonas secas del sur oeste de Estados Unidos, donde se cultiva como anual de invierno. El género consta de alrededor de 70 especies, que son ampliamente genéticamente variable, alrededor del 30% de ellas son anuales. De las especies sometidas a prueba para evaluación agronómica, *Lesquerella fendleri* es el único actualmente siendo domesticado. Esta planta crece de forma natural en zonas áridas y semiáridas en los Estados Unidos en el Noroeste de México; produce semillas que contienen un aceite rico en ácidos grasos hidroxilados que están ausentes en otros aceites de semillas y que le proporcionan propiedades que pueden ser usadas en diversos productos en la industria de cosméticos, plásticos, farmacéutica, aceite para motor, grasas, entre otros [1, 5, 6, 7].

Podría establecerse como un suministro de semillas oleaginosas para una variedad de aplicaciones industriales y al mismo tiempo proporcionar un cultivo alternativo para los agricultores y apoyar el desarrollo de economía del medio rural, dándonos la oportunidad de tener disponible productos de valor agregado para consumo de la región y nacional.

Los ácidos grasos de 16 y 18 átomos de carbono son los más comunes en plantas oleaginosas, sin embargo algunas materias primas contienen cantidades significativas de ácidos grasos distintos de los típicos antes mencionados.

La composición de ácidos grasos es una propiedad importante para una materia prima candidata a convertirse en biodiesel, es la que determina la eficiencia en el proceso de producir biodiesel. Las propiedades de los combustibles de biodiesel son altamente dependientes del perfil de ácidos grasos del aceite vegetal o material de partida, principalmente las longitudes de cadena y grado de insaturación en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) dictan las propiedades físico-químicas del biodiesel [2, 8], es por ello la importancia del análisis y caracterización del perfil de ácidos grasos de la semilla *Lesquerella*.

Metodología

El perfil de ácidos grasos se determinó mediante cromatografía de gases. La extracción y metilación se llevó a cabo mediante una modificación de la metodología descrita previamente [1]:

Para la extracción del aceite, se maceró aproximadamente 50 semillas en un mortero y se pesó por triplicado 0.02 g en balanza analítica. Se procedió a pasar las muestras a un vial de 20 mL y se añadió 5 mL de hexano. Se dejó reposar de 10-15 minutos, después se

colocó en baño maría de 60-70°C hasta evaporar el hexano por aproximadamente 60 minutos.

Una vez extraído el aceite se realizó el proceso de metilación, donde se agregó 0.25 mL de hidróxido de potasio metanólico 0.5 M y se colocó en baño maría a 60°C durante 60 minutos, se retiró y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente se agregó 0.25 mL de ácido sulfúrico metanólico 1 M y se volvió a colocar en baño maría a 60°C durante 15 minutos. Una vez que se enfrió a temperatura ambiente se depositó 0.25 mL de solución saturada de cloruro de sodio y 1 mL de hexano, se mezcló el contenido y se dejó reposar hasta la separación de las dos capas. Por último se transfirió la capa superior a un vial limpio para su posterior inyección en el cromatógrafo de gases.

Se utilizó un cromatógrafo de gases CP-3800 de VARIAN con detector de ionización de llama (FID), con una columna CP7485 para ácidos grasos libres marca VARIAN de 25 m X 0.32 mm. Los parámetros del equipo fueron: flujo de la columna 0.6 mL/min; horno de la columna programado de 50°C (1 min) a 220°C a 4°C/min y de 220°C (5 min) a 240°C a 3°C/min; la temperatura del inyector y detector se mantuvo a 250°C y el volumen de la inyección fue 1 µL (manualmente).

La caracterización del perfil de ácidos grasos del aceite se realizó comparando los tiempos de retención con una mezcla de ésteres metílicos de 37 componentes FAME Mix (Sigma-Aldrich, USA)

Resultados y discusión

Se obtuvo el perfil de ácidos grasos de muestras de semillas de *Lesquerella* nativa de Arizona, USA y muestras de semillas de *Lesquerella* cultivadas a escala piloto en el sur de Sonora, México. En la tabla 1 se muestra la composición de ácidos grasos del estándar que se utilizó para la identificación, por medio del tiempo de retención, de los ácidos grasos de interés. La composición de ácidos grasos de las semillas de *Lesquerella* se muestra en la tabla 2.

Tabla 1. Estándar FAME mix

# carbonos	Nombre acido graso	Tiempo de retención ±DE	CV	Área
6:0	Caproico	11.192±0.0325	0.2906	3345
8:0	Caprilico	16.7655±0.0318	0.1897	614478
10:0	Caprico	22.75±0.1640	0.7210	107490
12:0	Laurico	28.602±0.0707	0.2472	157056
13:0	Tridecanoico	30.789±0.3818	0.1240	302669
14:0	Miristico	33.415±0.1456	0.4359	181208
14:1 n5	Miristoleico	34.407±0.0523	0.1529	177715
15:0	Pentadecenoico	35.756±0.1767	0.4943	86567
15:1	Pentadecanoico	36.8395±0.0063	0.0172	142490
16:0	Palmitico	38.0715±0.0374	0.0984	1171295
16:1n7	Palmitoleico	38.795±0.0028	0.0072	20056
17:0	Heptadecanoico(margárico)	40.259±0.1541	0.3828	117021
17:1	Heptadecenoico	41.0655±0.3090	0.7524	27106
18:0	Estearico	42.391±0.0424	0.1000	525220
18:1n9	Oleico	42.9055±0.0431	0.1005	2099603
18:2n6	Linoleico	43.847±0.041	0.0951	1153698
18:3n6	Alpha linolenico	44.556±0.2573	0.5776	3004
18:3n3	Linolenico	45.281±0.0452	0.0999	480159
20:0	Araquidico	46.891±0.1711	0.3649	63983
20:1n9	Eicosenoico	47.512±0.2022	0.4256	68289
22:0	Behenico	52.727±0.0601	0.1139	19340
22:1n9	Erucico	53.140±0.0586	0.11044	162943

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos de semillas de *Lesquerella* nativa de Arizona, USA.

# carbonos	Nombre ácido graso	Tiempo de retención +DE	CV	Área
6:0	Caproico	11.0925±0.0035	0.0318	4300
10:0	Caprico	22.91±0.0042	0.1850	1641
12:0	Estearico	28.275±0.0098	0.0350	1275
14:0	Mirístico	33.3265±0.0049	0.1485	2147
15:0	Pentadecanoico	35.7105±0.0035	0.0099	1177
16:0	Palmitico	38.0245±0.0007	0.0018	75436
16:1n7	Palmitoleico	38.6275±0.0007	0.0018	71695
17:0	Heptadecanoico	40.35±0.0098	0.0245	1652
17:1	Heptadecenoico	40.9135±0.0007	0.0017	1586
18:0	Estearico	42.3985±0.0049	0.0116	92340
18:1n9	Oleico	42.988±0.0056	0.0131	85629
18:2n6	Linoleico	43.851±0.0056	0.0129	504372
18:3n3	Linolenico	45.3715±0.0091	0.0202	577042
20:0	Araquídico	46.8605±0.0106	0.0226	135466
20:1n9	Eicosenoico	47.48±0.0028	0.0059	41386
22:0	Behenico	52.5705±0.0021	0.0040	4012
22:1n9	Erucico	53.537±0.0014	0.0026	5350

En el perfil obtenido de semillas de *Lesquerella* nativa de Arizona, USA los ácidos grasos que se encontraron en mayor cantidad, respecto el área obtenida, son el linolénico (C18:3n3), linoléico (C18:2n6), araquídico (C20:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1n9), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1n7) y eicosenoico (20:1n9) en orden decreciente. El resto de los ácidos grasos se encontraron en muy pequeñas cantidades.

Los resultados del perfil de *Lesquerella* reportados por Cermak [8], al igual que los realizados en este estudio, muestran un porcentaje representativo de ácidos grasos de 18 átomos de carbono; después del ácido lesquerolico (C20:1, OH), el ácido oleico, linolenico, linoleico, esteárico, palmitico y palmitoleico se encuentran en mayor proporción. Cabe mencionar que en el estudio realizado por Jenderek [7] con 195 muestras de *Lesquerella* el contenido de ácidos grasos fue ligeramente más alto comparado con literatura, esto debido a que el lugar y año de siembra tiene un efecto significativo en el contenido de ácido linolenico y linoleico [7], sin embargo se sigue el mismo comportamiento en todos los perfiles reportados en esta semilla [1, 3, 7, 8].

En el perfil obtenido de semillas de *Lesquerella* cultivadas a escala piloto en el sur de Sonora (Tabla 3), los ácidos grasos que se encontraron en mayor cantidad respecto el área obtenida son el linolénico (C18:3n3), linoléico (C18:2n6), esteárico (C18:0), oleico (C18:1n9), palmitoleico (C16:1n7), araquídico (C20:0) y eicosenoico (20:1n9) en orden decreciente. El resto de los ácidos grasos se encontraron en muy pequeñas cantidades.

Comparando los resultados obtenidos de la semilla cultivada en el sur de Sonora con los obtenidos de las semillas nativas de Arizona, USA se encontró una disminución en el contenido de ácido araquídico; (respecto a las áreas) se encontró mayor composición de ácidos grasos. Este cambio en el contenido se puede deber a efectos medio ambientales del lugar de crecimiento, años y fechas de plantación [7].

El porcentaje y perfil de ácidos grasos se basa principalmente en las especies de plantas y sus condiciones de crecimiento [4]. La variabilidad entre los perfiles de ácidos grasos de las semillas del mismo género pudo ser causada por diferentes técnicas analíticas, debido a que es difícil conseguir respuesta idéntica aún en columnas preparadas en las mismas condiciones, ya que el área y tiempo de retención dependen de un gran número de variables operativas; así como también a características propias de la planta, diferentes etapas de maduración de las semillas usadas para el análisis y las diversidad genética de las especies; por si solas o en conjunto pueden jugar en un rol muy importante en las diferencias de su composición de ácidos grasos [4, 7].

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de semillas de *Lesquerella* cultivadas a escala piloto en el sur de Sonora.

# carbonos	Nombre ácido graso	Tiempo de retención +DE	CV	Área
6:0	Caproico	11.165±0.0551543	0.49399	2741
8:0	Caprico	16.8175±0.0502046	0.29852	1715
14:0	Miristico	33.367±0.0367696	0.11019	3507
15:0	Pentadecanoico	35.7495±0.0346482	0.09691	2366
15:1	Pentadecenoico	36.488±0.0325269	0.08914	1218
16:0	Palmitico	38.2565±0.0360624	0.09426	3912
16:1n7	Palmitoleico	38.6785±0.0346482	0.08958	111832
17:0	Heptadecanoico	40.38±0.00141421	0.00350	2264
17:1	Heptadecenoico	40.9445±0.0431335	0.10534	5661
18:0	Estearico	42.4405±0.0374767	0.08304	127913
18:1n9	Oleico	43.033±0.03394211	0.07887	124331
18:2n6	Linoleico	43.8905±0.0417193	0.09505	409529
18:3n6	Alpha linolenico	44.279±0.0367696	0.08304	1246
18:3n3	Linolenico	45.4405±0.0473762	0.10426	784890
20:0	Araquidico	46.8975±0.0388909	0.08292	54347
20:1n9	Eicosenoico	47.523±0.0438406	0.09225	50871
22:0	Behenico	52.5995±0.03660624	0.06856	3005
22:1n9	Erucico	53.2265±0.0403051	0.07572	2102

Los ácidos grasos C10:0 y C12:0 no se encuentran presentes en *Lesquerella sembrada en el sur de Sonora* (Tabla 4) sin embargo *Lesquerella* nativa de Arizona, USA si contiene estos ácidos grasos, pero a su vez no presenta los ácidos grasos C8:0, C15:1 y C18:3n6

Tabla 4. Comparación de *Lesquerella* sembrada en el sur de Sonora con *Lesquerella* nativa de Arizona

MUESTRA	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C15:0	C15:1	C16:0	C16:1n7	C17:0	C17:1
Sonora	x	x	NP	NP	x	x	x	x	x	x	x
Arizona	x	NP	x	x	x	x	NP	x	x	x	x

*NP= no presente

MUESTRA	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n6	C18:3n3	C20:0	C20:1n9	C22:0	C22:1n9
Sonora	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Arizona	x	x	x	NP	x	x	x	x	x

Conclusiones

El análisis del perfil de ácidos grasos permitió conocer principalmente el número de carbonos, las longitudes de cadena y grado de insaturación en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). *Lesquerella* sembrada en el sur de Sonora presentó características y propiedades únicas, esto quizás se deba por la localización de siembra, año de cultivo y/o cosecha, y en algunos casos por el color de la semilla

Bibliografía

- [1] Isbell T. A., Mund M. S., Evangelista R. L., Dierig D. A. (2008). Method for analysis of fatty acid distribution and oil content on a single *Lesquerella fendleri* seed. *Industrial crops and products*, Vol. 28, 231-236.
- [2] Demirbas, A. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management* 50, 14-34.
- [3] Knothe, G., Cermak, S. C., Evangelista, R. L. (2012). Methyl esters from vegetable oils with hydroxy fatty acids: Comparison of lesquerella and castor methyl esters. *Fuel* 96, 535-540
- [4] Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., Mahlia T. M. I., Masjuki, H. H. (2013). Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 18, 211-245
- [5] Rodríguez García, R., Jasso de Rodríguez, D., Angulo Sánchez J. L., Dierig, D. A., Díaz Solís H., De la Rosa Loera A. (2007). *Lesquerella fendleri* response to different sowing dates in northern Mexico. *Industrial crops and products*, Vol. 25, 117-122.
- [6] Dierig, D. A., Wang, G. S., Cfafts-Brandner, S. J. (2012). Dynamics of reproductive growth of lesquerella (*Physaria fendleri*) over different planting dates. *Industrial Crops and Products* 35, 146-153.
- [7] Jenderek, M. M., Dierig, D. A., Isbell T. A. (2009). Fatty-acid profile of *Lesquerella* germplasm in the National Plant Germplasm System collection. *industrial crops and products* 29, 154-164.
- [8] Cermak, S. C., Biresaw, G., Isbell T. A., Evangelista R. L., Vaughn, S. F., Murray, R. (2013). New crop oils-Properties as potential lubricants. *Industrial Crops and Products* 44, 232-239.

ARTÍCULO 19. CAPACIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS PELÍCULAS DE QUITOSANO Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS.

Rodríguez Núñez J. R., López Cervantes J. y Sánchez Machado D. I.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora,
5 de Febrero 818 Sur, 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.

Autor para correspondencia. Teléfono:642-425-52-30. Ext. 102, Email:
jesus.ruben.rodriguez@agrinos.com

Palabras clave: Quitosano, propiedades antimicrobianas, agentes plastificantes

Introducción

Las películas y recubrimientos comestibles y biodegradables representan una alternativa de empaque sin costos ambientales. Actualmente ha crecido el interés por el estudio y comprensión de las propiedades termo-mecánicas y de difusión de las películas obtenidas a base de biopolímeros (quitosano, almidón, celulosa, etc) utilizadas como películas comestibles y de recubrimiento en la industria alimentaria [1].

De igual forma, se ha puesto vital atención en el desarrollo de películas con propiedades antimicrobianas con el fin de mejorar la seguridad de los alimentos y alargar la vida de anaquel. Las biomoléculas activas como el quitosano y sus derivados están jugando un rol significativo en el desarrollo y aplicación de esta tecnología, debido a su biodegradabilidad, no toxicidad y carácter antimicrobiano, además, de su capacidad para la formación de fibras, hidrogeles, y nanopartículas [2].

Las películas a base de quitosano muestran un potencial en la aplicación como empaques en una gran variedad de alimentos, esto gracias a su capacidad de formar películas comestibles con capacidad antimicrobiana (debido a la interacción de puentes de hidrógeno intra e intermoleculares), capaz de prolongar el deterioro causado por microorganismos. Además, presentan buenas propiedades mecánicas y son excelentes barreras de oxígeno; sin embargo, debido a su carácter hidrofílico, presentan una barrera pobre contra la humedad, reteniendo agua en su estructura y generando un mal funcionamiento de las mismas. Debido a esto, se ha optado por integrar a su estructura agentes plastificantes y ácidos grasos impartiendo con ello flexibilidad a la vez que se incrementa la movilidad del polímero [3].

Los plastificantes se implementan como aditivos para incrementar la flexibilidad y plasticidad al polímero, y ocasionalmente son utilizados solo para facilitar el procesamiento del polímero. Diversos estudios mencionan el efecto del glicerol y sorbitol en las películas de quitosano, señalando la mejora en las propiedades de elasticidad y la disminución en las propiedades de tensión.

Metodología

Preparación de películas de quitosano con plastificantes

Las soluciones de quitosano/plastificante se prepararon disolviendo 4.2 g de quitosano en polvo en 420 ml de ácido acético al 1% y se agitó vigorosamente durante 12 h. Paso seguido, se añadieron los agentes plastificantes (glicerol y sorbitol) en relación 100/0, 80/20 y 60/40 en peso. Las formulaciones fueron vertidas en recipientes polipropileno y secadas a 60°C durante 12 h [2].

Caracterización mecánica

Las propiedades mecánicas de las películas de quitosano/plastificante fueron determinadas usando un texturómetro (Texture Technologies Corp, New York, USA) a 25°C. Específicamente, se prepararon tiras de 60 mm de largo por 10 mm de ancho y se colocaron en los soporte con una abertura de 30 mm y una velocidad de halado 10 mm/min. Las metodologías seguidas son lass establecidas por la ASTM D882-02 y D1938.

Solubilidad, hinchamiento y velocidad de transmisión al vapor de agua

Los porcentajes de hinchamiento (%DS) y solubilidad (%DW) fueron determinados en base al método propuesto por [2]. Específicamente, las películas fueron inmersas en agua 200 ml de agua destilada a temperatura ambiente. Después de 1 h (equilibrio) la humedad de la superficie fue removida y se registró el peso de la película. El porcentaje de hinchamiento (%DS) fue calculado según la ecuación (1).

$$DS = \frac{W_e - W_o}{W_o} \times 100 \quad (1)$$

Donde, W_e es el peso de la película en el equilibrio y W_o es el peso de la película inicial (peso seco). Para calcular el porcentaje de hinchado de las películas, estas se secaron de nuevo a 60°C durante 24 h. Además, se determinó el porcentaje de solubilidad en agua (%SW) en base a la siguiente ecuación (2).

$$SW = \frac{W_o - W_d}{W_o} \times 100 \quad (2)$$

Donde, W_o es el peso inicial de la película en seco y W_d es el peso de la película después del proceso de secado. Los ensayos se realizaron por triplicado.

La velocidad de transmisión al vapor de agua (WVTR) fue evaluada por el método de copa propuesto por la ASTM E96 (2010). Específicamente, cada película (con un área de $2.85 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) fue colocada como tapadera de un recipiente que contenía agua destilada, posteriormente los recipientes se colocaron en un desecador con silica gel y se mantuvo 25 °C. Los recipientes fueron pesados cada 30 min, utilizando una balanza analítica durante 8 h y la relación entre transferencia de humedad por unidad ($\text{g} \cdot \text{m}^2$) de área y el tiempo fue graficada. La WVTR ($\text{g H}_2\text{O h}^{-1} \text{ m}^2$) fue calculada mediante la pendiente de cada recta por regresión lineal ($r^2 > 0.98$).

Color y transparencia de las películas

Las películas se cortaron en rectángulos de 5 x 3 cm y se colocaron en la parte interna de la celda. Posteriormente se realizó un barrido en el rango de 200 a 800 nm usando un espectrofotómetro UV-Vis (Varian, Cary 50 Bio, USA). La transparencia fue calculada con la absorbancia registrada a 600 nm (A_{600}) en base a la ecuación (3).

$$\text{Transparencia} = A_{600} / \text{espesor} \quad (3)$$

Donde A_{600} es la absorbancia a 600 nm y el espesor está en mm. El ensayo se realizó por triplicado para cada película y se reporta el promedio. Además, el color de las películas se determinó con un colorímetro Minolta CR 300 (Osaka, Japón) calibrado con los estándares ($Y = 93.2$, $x = 0.3133$, $y = 0.3192$) de acuerdo a la metodología propuesta por [3].

Ensayos de susceptibilidad antimicrobiana

Bacillus cereus ATCC 10876, *Escherichia coli* ATCC 10536 y *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 fueron obtenidas de MediMark Europe (Florida, USA). La obtención del inóculo se desarrolló en base a la metodología señalada por [4]. Específicamente, las cepas fueron activadas en tubos de agar nutritivo inclinado y se mantuvieron a 4°C. Para la preparación de los inóculos se tomó una asada de la cepa presente en el agar nutritivo y se inóculo un tubo con 10 ml de TSB, posteriormente se incubó a 37 °C hasta alcanzar la etapa. Con el fin de estandarizar el inóculo se determinó la densidad óptica (espectrofotómetro UV/Vis), registrando una absorbancia de 0.2 equivalente a una concentración celular de 10^5 a 10^6 en una longitud de onda de 600 nm.

La capacidad antimicrobiana del quitosano en solución se evaluó según el método propuesto por No *et al.*, (2006). Específicamente, se preparó una solución de madre de quitosano 1000 mg/l en ácido acético al 1%. Paso seguido, se realizaron mezclas asépticas de quitosano con el caldo de cultivo Mueller Hinton (MHB) para obtener concentraciones de 20, 50, 100, 150 y 200 mg/l. El pH de las soluciones se ajustó a 5.9 con HCl 1N o NaOH 1 N y se esterilizó. Finalmente 0.1 ml del inóculo previamente preparado fue vertido en tubos con 10 ml de MHB que contiene el quitosano y se incubó a 36 °C durante 24 h. El conteo de las células viables (Log UFC/ml) se realizó en agar tripticasa de soya (BD Bioxon, USA) usando el método de conteo en placa a 36°C durante 24 h.

Análisis estadístico

Todos los resultados presentados representan la media de tres repeticiones \pm desviación estándar.

Resultados y discusión

Investigaciones previas han demostrado que las películas de quitosano sin agentes plastificantes resultan con estructuras quebradizas y requieren de cuidados en su manejo. Debido a esto se añadieron los plastificantes GLY y SOR en diferentes concentraciones (20 y 40%). Las propiedades mecánicas de las películas sin plastificantes fueron evaluadas y comparadas. Los resultados obtenidos muestran que la concentración de plastificante (GLY o SOR) afecta significativamente los parámetros de tensión, elongación, rasgado y modulo elástico (tabla 1). La película de quitosano con 20% GLY muestran un efecto plastificante debido a la reducción en la tensión, modulo elástico y un aumento en la elongación. Esto se debe a la capacidad del GLY de penetrar a través la matriz del biopolímero e interferir con las cadenas, disminuyendo la interacción intermolecular e incrementando la movilidad de las cadenas, lo cual propicia una mayor flexibilidad [3]. Sin embargo cuando la concentración se incrementa a 40% se observa un efecto anti-plastificante. Este efecto se presenta debido a la ruptura de los puentes de hidrógeno facilitando el arreglo de las cadenas de carbohidratos y por lo tanto alterando la estructura de la matriz.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de las películas de quitosano con agentes plastificantes

Películas	Tensión (MPa)	Elongación (%)	Modulo (MPa)	Rasgado (N)
CHI	196.70 ± 23.2 ^c	5.34 ± 0.9 ^a	7697.33 ± 110 ^c	0.26 ± 0.02 ^c
CHI + GLY 20%	22.19 ± 3.2 ^a	41.98 ± 7.5 ^b	153.94 ± 45 ^a	0.09 ± 0.02 ^a
CHI + GLY 40%	245.25 ± 19.1 ^d	43.69 ± 5.2 ^b	2488.92 ± 354 ^b	0.41 ± 0.02 ^{ab}
CHI + SOR 20%	74.23 ± 8.6 ^b	2.70 ± 0.22 ^a	3441.3 ± 381 ^b	0.32 ± 0.03 ^c
CHI + SOR 40%	40.35 ± 4.1 ^{ab}	1.81 ± 0.33 ^a	2204.8 ± 471 ^b	0.21 ± 0.12 ^{ab}

Por otra parte, el incremento en la concentración de SOR de 20 a 40% produce un decremento en la tensión de 72.2 a 40.4 Mpa, mientras que el modulo elástico también sufre un decremento de 3441.3 to 2204.8 MPa, mostrando un efecto plastificante en comparación con la película de quitosano sin plastificante. Sin embargo, la elongación sufrió un decremento hasta 1.81 % con 40% SOR, esto se debe a la conformación de anillo que puede tomar la molécula de SOR, la cual no le permite una interacción eficiente con las moléculas de quitosano, resultando en una disminución de su capacidad para interferir entre las cadenas del biopolímero disminuyendo su capacidad plastificante [4].

Solubilidad, hinchado y WVTR de las películas de quitosano

Los ensayos de %DS y %SW de las películas obtenidas se muestra en la tabla 2. El porcentaje del grado solubilidad e hinchado de las películas de quitosano puro y con 20% de sorbitol no fue posible determinar, debido a la disolución total de la película. Además se observa que las películas con glicerol muestran un %DS mas alto. Este fenómeno puede estar relacionado al menor carácter hidrofílico del SOR comparado con el GLY. Asumiendo que las películas de quitosano con 20% SOR tienen un 100% solubilidad el efecto de la reducción de la solubilidad en el agua por la adición de plastificantes se puede atribuir a la formación de puentes de hidrógeno entre el plastificante y las moléculas de quitosano reduciendo la capacidad para adsorber agua.

Tabla 2. Solubilidad (%SW), hinchado (%DS) y WVTR de las películas de quitosano

Film samples	% DS	% SW	WVTR (g m ⁻² h ⁻¹)
CHI	ND	ND	57 ± 0.7 ^a
CHI + GLY 20%	519.3 ± 80 ^a	46.5 ± 0.3 ^a	59 ± 1.6 ^a
CHI + GLY 40%	447.4 ± 17 ^b	65.6 ± 1.1 ^b	79.6 ± 1.9 ^b
CHI + SOR 20%	ND	ND	53.5 ± 0.4 ^c
CHI + SOR 40%	382.1 ± 68 ^{bc}	86.3 ± 3.0 ^c	52.9 ± 0.8 ^c

Los valores mostrados representan las medias ± desviación estándar. Diferentes letras en la columna indican diferencia significativa (p<0.05).

Color y transparencia de las películas

El efecto de la concentración de los plastificantes GLY y SOR se muestra en la tabla 3. El color de superficial de las películas se ve afectado por la concentración de los plastificantes, L* (luminosidad/oscuridad), a* (rojo/verde), y b* (amarillo). En términos de color rojizo (valor de a*) las películas con 20% de SOR presentan un color con tendencia al verde. En cambio, la tendencia hacia el color amarillo (valor de b*) es superior en todas las películas con plastificante (GLY o SOR) con respecto a las películas sin plastificantes.

Tabla 3. Valores de color y transparencia de las películas de quitosano

Películas	L*	a*	b*	Transparencia
CHI	92.77 ± 0.64 ^a	-1.26 ± 0.21 ^a	8.88 ± 0.86 ^a	1.77 ± 0.13 ^a
CHI + 20% GLY	92.43 ± 0.99 ^a	-1.79 ± 0.26 ^b	11.44 ± 1.22 ^b	0.41 ± 0.27 ^b
CHI + 40% GLY	92.41 ± 0.47 ^a	-1.25 ± 0.21 ^a	10.80 ± 1.06 ^b	0.30 ± 0.06 ^b
CHI + 20% SOR	92.41 ± 0.89 ^a	-0.97 ± 0.29 ^a	8.54 ± 1.30 ^{ab}	2.70 ± 0.89 ^c
CHI + 40% SOR	92.08 ± 0.27 ^a	-4.00 ± 0.59 ^c	17.90 ± 2.01 ^c	3.13 ± 0.46 ^c

Los valores mostrados representan las medias ± desviación estándar. Diferentes letras en la columna indican diferencia significativa (p<0.05).

Ensayos de susceptibilidad antimicrobiana

Los resultados muestran una inhibición mayor a medida que aumenta la concentración de quitosano, además *Listeria monocytogenes* muestra mayor sensibilidad al quitosano (ver tablas 4 y 5). De igual forma se observa un efecto similar en bacterias gram (+) y gram (-). Estos resultados son similares a los reportados por [5] quienes mencionan una disminución en el número de colonias a medida que aumenta la concentración de quitosano. Así mismo, [1] señalan una concentración mínima inhibitoria (MIC) de 1000, 20 y 20 ppm para *B. cereus*, *E. coli* y *S.aureus* respectivamente. Por otra parte, [6] mencionan ensayos antimicrobianos de quitosano en solución salina (sin nutrientes) y reportan que concentraciones menores a 100 ppm logran una reducción inicial del 99% en *E.coli* y *S. aureus*.

Tabla 4. Capacidad antimicrobiana del quitosano en solución a concentraciones de 0 a 200 ppm

Concentración (mg/l)	<i>Escherichia coli</i>	<i>Bacillus cereus</i>
	Log count (UFC/ml)	Log count (UFC/ml)
0	7.98 ± 0.05 ^a	6.54 ± 0.68 ^a
20	7.43 ± 0.02 ^a	6.35 ± 0.02 ^a
50	7.14 ± 0.02 ^a	6.35 ± 0.01 ^a
100	6.97 ± 0.014 ^b	5.95 ± 0.07 ^a
150	5.11 ± 0.51 ^c	4.31 ± 0.02 ^b
200	4.31 ± 0.21 ^d	4.09 ± 0.04 ^b

Los valores mostrados representan las medias ± desviación estándar. Diferentes letras en la columna indican diferencia significativa (p<0.05).

Tabla 5. Capacidad antimicrobiana del quitosano en solución a concentraciones de 0 a 50 ppm

Concentración (mg/l)	<i>Listeria monocytogenes</i>
	Log count (UFC/ml)
0	7.39 ± 0.01 ^a
5	6.11 ± 0.04 ^b
10	6.23 ± 0.04 ^b
15	6.20 ± 0.03 ^b
20	5.86 ± 0.02 ^c
50	1.2 ± 0.01 ^d

Los valores mostrados representan las medias ± desviación estándar. Diferentes letras en la columna indican diferencia significativa (p<0.05).

La diferencia de los resultados obtenidos con los diversos autores se puede atribuir a las propiedades fisicoquímicas del polímero, tales como, peso molecular, grado de acetilación, pH del quitosano en solución y microorganismo evaluado [7].

Bibliografia

- [1] Rabea, E. I., Badawy E. T., Stevens, C. V., Smagghe, G., Steurbaut, W. (2003). Chitosan as Antimicrobial Agent: Applications and Mode of Action. *Biomacromolecules*, 4(6), 1457-1465.
- [2] Suyatma, E., Tighzert, L., & Copinet, A. (2005). Effect of hydrophilic plasticizers on mechanical, thermal, and surface properties of chitosan films. *Journal of agricultural and food science chemistry*, 53, 3950-3967.
- [3] Ziani K., Oseas J., Coma V., & Mate, J.I. (2008). Effect of the presence of glicerol and Tween 20 on the chemical properties of films base on chitosan with different degree of deacetylation. *LWT-Food Science and Technology*. 41, 2159-2165.
- [4] Fernandez-Saiz, P., Ocio, M.J., Lagaron, J.M. 2010. Antibacterial chitosan-based blends with ethylene–vinyl alcohol copolymer. *Carbohydrate Polymers* 80, 874–884.
- [5] Wu, Y. B., Yu, S. H., Mi, F. W., Wu, C. W., Shyu, S. S., Peng, C. K., Chao, A.C. (2004). Preparation and characterization on mechanical and antibacterial properties of chitosan/cellulose blends. *Carbohydrate Polymers*, 57, 435–440.
- [6] Karimi, K., Jeihanipour, A., Taherzadeh, M.J. (2007). Antimicrobial Properties of Fungal Chitosan. *Research Journal of Biological Science*, 2(3), 239-243.
- [7] No, K.H., Kim, S.H., Lee, S.H., Park, N.Y., Prinyawiwatkul, W. (2006). Stability and antibacterial activity of chitosan solutions affected by storage temperature and time. *Carbohydrate polymers*, 65:175-178.

ARTÍCULO 20.
DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD QUELANTE DE Cu⁺² EN LOS PRODUCTOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD MEDIANTE SISTEMAS MODELO AMINOÁCIDO-AZÚCAR.

Guerrero Ramírez J. A¹., Rodríguez Ramírez R^{1,2*}., Ávila Villa L. A³., Rentería Mexía A. M². y Reyes Blanco B. L^{1,2}.

¹Laboratorio de Biotecnología y Trazabilidad Molecular de los Alimentos. ²Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Colonia Centro. Ciudad Obregón, Sonora. México, C.P.85000.

*Autor de correspondencia roberto.rodriguez@itson.edu.mx

³Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora, Campus Cajeme. Blvd. Bordo Nuevo s/n Ejido Providencia. Cd. Obregón, Sonora, México.

Resumen

Una de las reacciones más frecuentes que se produce durante el procesado, conservado y almacenado de alimentos, es la reacción de Maillard, La reacción se origina entre el grupo amino de un aminoácido, péptido o proteína y el grupo carbonilo de un azúcar reductor. La eficacia de la reacción de Maillard depende de varios factores, principalmente el tratamiento térmico. Los denominados productos de la reacción de Maillard pueden comportarse como compuestos quelantes capaces de atrapar metales como el hierro y el cobre. El presente trabajo pretende determinar la capacidad quelante de los productos de la reacción de Maillard producida en los alimentos mediante sistemas modelo aminoácido-azúcar. Para evaluar y determinar la capacidad quelante se prepararon sistemas modelos, los cuales consistieron en soluciones equimolares de cada aminoácido (Cisteína, Isoleucina, Glicina y Lisina) y Fructosa al 0.2 M con agua desionizada. Los cuales fueron calentados a 130 °C durante intervalos de 30, 60 y 90 minutos. Las muestras fueron filtradas a través de filtros de 0.45 µm, y diluidas 16 veces. El análisis consistió en el monitoreo del cambio de color en un espectrofotómetro UV Multiskango (Thermo-Scientific) El sistema modelo que presentó mayores porcentajes de quelación entre los tiempos de calentamiento fue Glicina-Fructosa con 50.678 %, los cuales fueron diferentes a los obtenidos en otro estudio donde utilizaron un sistema modelo de fructosa con un oligómero de glicina. Se realizó un análisis de comparación múltiple (Duncan), el resultado indicó que todos los tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí, a un nivel de confianza del 95 %. El sistema que presentó mejores porcentajes de quelación fue el modelo Glicina-Fructosa por lo que tal vez este podría tener un posible uso como aditivo en alimentos en sustitución de compuestos antioxidantes sintéticos.

Palabras Clave: Reacción de Maillard, Compuesto quelante, Radicales libres

Introducción

Una de las reacciones más frecuentes que se produce durante el procesado, conservado y almacenado de alimentos, es la reacción de Maillard, la cual se lleva a cabo típicamente en alimentos de consumo habitual, ricos en proteínas y azúcares, debido a estos aspectos surge una necesidad de adquirir un mayor conocimiento sobre sus efectos, adversos o benéficos[1]. La reacción se origina entre el grupo amino de un aminoácido, péptido o proteína y el grupo carbonilo de un azúcar reductor [2]. La eficacia de la reacción de Maillard depende de varios factores, principalmente el tratamiento térmico, actividad de agua los cuales son parámetros muy monitoreados durante el procesado de los alimentos, ejemplo de esto es el horneado, tostado y freído, los cuales a su vez confiere diferentes propiedades organolépticas en el alimento como un color, aroma y textura específico en el alimento [3].

Un compuesto quelante o también denominado quelato, es aquel compuesto en el que un átomo de un metal está unido mediante enlaces de coordinación a dos o más moléculas, con la peculiaridad de que el metal no desarrolla funciones como normalmente lo haría [4]. Los denominados productos de la reacción de Maillard pueden comportarse como polímeros aniónicos capaces de quelar metales como el hierro y el cobre, los cuales están implicados en reacciones de oxidación en las que se generan radicales libres y especies reactivas que son nocivas para las células [1].

Algunos metales como el cobre llevan consigo un peligro al momento de ser consumidos por los seres vivos, es decir pueden presentar doble efecto, por un lado cumplen funciones que son necesarias para el organismo y que sin ellas sería complicado mantener un buen estado de salud, más sin embargo en cantidades excesivas encontramos el lado adverso el cual implica que se presenten una diversidad de problemas, entre ellos la generación de radicales libres, a los cuales se les relaciona con el desarrollo de enfermedades crónico degenerativas, envejecimiento e incluso cáncer.

Aunque los organismos normalmente poseen mecanismos de defensa contra los radicales libres, si además de tomar en cuenta el mecanismo de formación por la ingesta de metales sumamos a la producción de estos, los malos hábitos alimenticios, el consumo de tabaco, alcohol y algunos medicamentos, por lo que las defensas del organismo podrían no ser suficientes para evitar daños a la salud.

Uno de los aspectos más relevantes y de carácter benéfico que se le atribuye a los productos originados de la reacción de Maillard es su actividad antioxidante la cual ayuda a impedir o retardar el estrés oxidativo de moléculas y células, parte de esta habilidad es debida a la capacidad que presentan estos compuestos para quelar metales, que están relacionados con la generación de radicales libres o especies reactivas. El contar con compuestos que presenten esta capacidad de quelar metales podría ser una opción para ser usados como aditivos en alimentos, o incluso tener la ventaja de producirse mediante el mismo procesado cuando se aplique tratamiento térmico, convirtiendo a estos alimentos en funcionales.

Es así como la reacción de Maillard podría complementar o sustituir a los compuestos antioxidantes o quelantes sintéticos que se utilizan normalmente hoy en día. Por lo anterior el presente trabajo pretende determinar la capacidad quelante de los productos de la reacción de Maillard producida en los alimentos mediante sistemas modelo aminoácido-azúcar en Cobre, utilizando cuatro aminoácidos y un azúcar reductor.

Metodología

Preparación de la Reacción de Maillard

Los modelos de la reacción de Maillard se prepararon siguiendo la metodología de Jeong y cols. [2] con algunas modificaciones, donde esta consistió en preparar soluciones equimolares acuosas 0.2 M cada aminoácido (Lisina, Isoleucina, Glicina y Cisteína), las cuales fueron mezcladas con una solución de fructosa 0.2 M en relaciones equimolares (1:1) para obtener una concentración final de 0.1 M, dentro de un vial de 10 mL posteriormente los sistemas modelos fueron calentados en horno a la temperatura de 130 °C por intervalos de tiempo separados a 30, 60 y 90 minutos. Una vez obtenido el tiempo para cada tratamiento térmico se procedió a inactivar o parar la reacción de formación de los productos de Maillard mediante inmersión de los viales en agua con hielo. Una vez inactivada la reacción se procedió a filtrar cada muestra a través de un filtro de 0.45 µm de marca Millipore mediante jeringas de plástico de 5 mL.

Una vez filtradas las muestras estas se diluyeron 16 veces donde se encontraban contenidos los productos de la reacción de Maillard. Todos los sistemas modelos fueron preparados por triplicado para la determinación de la capacidad quelante de Cu^{2+} mediante un ensayo espectrofotométrico en la región de UV-visible.

Determinación de Capacidad Quelante

La capacidad de los productos de la reacción de Maillard para quelar los iones de cobre (Cu^{2+}) fue realizada de acuerdo a Kim y Lee [5] con algunas modificaciones. Donde 300 µL de sulfato cúprico (CuSO_4) 2 mM fue mezclado con 300 µL de piridina y 6 µL de pirocatecol violeta (0.1 %), por último se agregaron 300 µL de los productos de la reacción de Maillard (diluidos 16 veces) dentro en un vial de 10 mL, esto se realizó para cada sistema modelo Aminoácido-Azúcar.

Posteriormente 302 µL de cada muestra fueron depositados de manera individual en (micro pozo) una placa tipo ELISA NUNC-F 96 de acuerdo a Bersuder y cols. [6] la desaparición del color azul debido a la disociación de Cu^{2+} con la unión de los productos de la reacción de Maillard, fue registrada por la medición de la absorbancia a una longitud de onda de 632 nm en un espectrofotómetro UV Thermo Scientific Multiskan go, Como Blanco se sustituyó de la mezcla los productos de la reacción de Maillard por 300 µL de agua desionizada.

La capacidad quelante de Cu^{2+} se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad quelante (\%)} = [(A_0 - A_s)/A_0] \times 100$$

Donde A_0 es la absorbancia del blanco y A_s la absorbancia de cada muestra.

Análisis Estadístico

Para todos los tratamientos se realizó un análisis de comparación de medias múltiple (Duncan) para determinar si existían diferencias significativas entre cada tratamiento con el programa **Statgraphics versión 4.0**.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 podemos observar los porcentajes de quelación que presentaron los diferentes sistemas modelos a una temperatura de 130 °C. El sistema modelo que presentó mejores porcentajes de quelación en los tres tiempos de calentamiento fue Glicina-Fructosa con 50.678 % (30min) esto concuerda con otro estudio, donde también obtuvieron mayor capacidad quelante para otro sistema modelo aminoácido-azúcar al tiempo de los 30min [1] por otro lado a Kim y Lee [5] utilizaron modelos de fructosa con un oligómero de glicina, donde los porcentajes obtenidos estuvieron por debajo del 20 % de quelación en todos sus tratamientos térmicos.

En este estudio el sistema modelo Cisteína-Fructosa presentó el menos porcentaje de quelación a los 30 minutos de calentamiento con un 27.97%, sin embargo podría considerarse que este porcentaje es alto para un aminoácido esencial, ya que está por arriba del 20 % que otros estudios han señalado para la capacidad quelante

Todos los sistema modelo utilizados (tabla 1) en este estudio indicaron diferencias estadísticamente significativas entre sí, a un nivel de confianza del 95 %.

En la tabla 2 se muestran los rangos de porcentaje de quelación obtenidos para cada sistema modelo, en donde el rango más alto se encontró para el sistema Glicina-Fructosa (46.9264 - 50.678) mientras que los sistemas modelo Cisteína-Fructosa e Isoleucina-Fructosa fueron los de menor con un (27.9721 - 40.019) y (37.3764 - 39.3472) respectivamente, estos resultados demuestran que todos los sistemas modelos evaluados presentaron porcentajes de quelación mayores del 20% para Cu^{+2} lo cual desde el punto de vista del lado de toxicología de los alimentos estos sistemas pueden emplearse en un futuro como posibles aditivos [7] dentro de la nueva gama de alimentos funcionales, ya que estos proporcionarían la habilidad de poder atrapar metales pesados como el Cobre (Cu^{+2})

Si bien algunos de estos metales son necesarios para algunas reacciones biológicas estos también ocasionan daños e intoxicaciones durante su consumo en la dieta por lo que la estrategia de nuevos aditivos o modificaciones en los alimentos funcionales hoy es un reto para la tecnología de alimentos. El presente estudio evidenció que la utilización de los productos de la reacción de Maillard mediante el sistema modelo a la temperatura seleccionada y concentración, podría tener la aplicación de un quelante de tipo natural, ya que estas reacciones y compuestos se forman durante el cocinado de algunos alimentos

Tabla 1. Capacidad quelante de los sistemas modelo aminoácido-azúcar en Cu^{+2} .

Temperatura (°C)		130 (n=3);		
Tiempo (Minutos)		30	60	90
Sistemas Modelo	Cis-Fru	27.9721 ± 0.0057 (2.0553)	35.9759 ± 0.0012 (0.4767)	40.019 ± 0.0028 (1.2199)
	Iso-Fru	39.3472 ± 0.0004 (0.2067)	38.4474 ± 0.0003 (0.1455)	37.3764 ± 0.0018 (0.7461)
	Gli-Fru	50.678 ± 0.0003 (0.1818)	48.3776 ± 0.0018 (0.9056)	46.9264 ± 0.0009 (0.4397)
	Lis-Fru	45.2344 ± 0.0021 (0.9784)	39.1761 ± 0.0004 (0.1767)	39.1951 ± 0.0026 (1.0949)

Cis-Fru = Cisteína-Fructosa, **Iso-Fru** = Isoleucina-Fructosa,
Gli-Fru = Glicina-Fructosa, **Lis-Fru** = Lisina-Fructosa.

Tabla 2. Rangos encontrados de capacidad quelante para Cu^{+2} , considerando los tres tiempos a 130 °C.

Sistemas Modelo	Rangos % de Quelación
Cis-Fru	(27.9721 - 40.019)
Iso-Fru	(37.3764 - 39.3472)
Gli-Fru	(46.9264 - 50.678)
Lis-Fru	(39.1761 - 45.2344)

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos el sistema que presento mayores porcentajes de quelación fue el sistema modelo Glicina-Fructosa, por lo que el consumo de alimentos que contenga este aminoácido y azúcar podría resultar de cierta forma benéfico para la salud. Todos los sistemas presentaron capacidad quelante arriba del 20 % lo cual indica que estos podrían ser utilizados como un posible aditivo en los alimentos.

Bibliografía

- [1] Ruíz Roca, B. (2009). Propiedades antioxidantes de los productos de las reacciones de Maillard y su influencia en la absorción de hierro y cobre. Relación con la capacidad quelante de metales. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- [2] Jeong, H. S., Hwang, I. G., Kim, H. Y., Woo, K. S., y Lee, J. (2010). Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar-amino acid model system. *Food Chemistry*, 126, 221-227.
- [3] Argirova, M. D., Stefanova, I. D., Krustev, A. D. y Turiiski, V. I. (2009). Testing biological activity of model Maillard products: studies on gastric smooth muscle tissues. *Amino acids*, 38, 797-803.
- [4] Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. (cuarta edición) México: PEARSON Educación.
- [5] Kim, J. S. y Lee, Y. S. (2010). Characteristics and antioxidant activity of Maillard reaction products from fructose-glycine oligomer. *Food Science and Biotechnology*, 19, 929-940.
- [6] Bersuder, P., Hole, M., Smith, G. (2001). Antioxidants from a heated histidine-glucose model system. Investigation of the copper(II) binding ability. *J. Am Oil Chem Soc.*, 78, 1079-1082.
- [7] Virag, D., Kiss, A., Forgó, P., Csutorás, C. y Molnár, S. (2013) Study on Maillard-reaction driven transformations and increase of antioxidant activity in lysine fortified biscuits. *Microchemical Journal*, 107, 172-177.

ARTÍCULO 21.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y QUELANTE DE LOS PRODUCTOS DE LA REACCIÓN DE MAILLARD IMPLICADOS EN LOS ALIMENTOS MEDIANTE SISTEMAS MODELO AMINOÁCIDO-AZÚCAR.

Mondaca Navarro B. A¹., Rodríguez Ramírez R.^{1*}, González Córdova A. F²., Vallejo Córdoba B²., Ávila Villa L. A³.

¹Laboratorio de Biotecnología y Trazabilidad Molecular de los Alimentos. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Colonia Centro. Ciudad Obregón, Sonora. México, C.P.85000.*Autor de correspondencia roberto.rodriguez@itson.edu.mx

² Laboratorio de Calidad, Autenticidad y Trazabilidad de los Alimentos, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Carretera a La Victoria Km. 0.6, Hermosillo Sonora, México, CP 83000.

³Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora, Campus Cajeme. Blvd. Bordo Nuevo s/n Ejido Providencia. Cd. Obregón, Sonora, México

Palabras clave: Reacción de Maillard, Antioxidante, Quelante.

Resumen

La reacción de Maillard (RM) es generalmente conocida como una reacción de pardeamiento no enzimático. En la industria de los alimentos obtiene relevancia debido a que atribuye ciertas propiedades organolépticas en el alimento. Se sabe que determinados productos de la reacción de Maillard (PRM) pueden tener un impacto, tanto positivo como negativo, en la salud. Uno de los aspectos más novedosos y con efectos benéficos de los PRM es la actividad antioxidante y quelante, la primera se relaciona en contrarrestar el estrés oxidativo, que se caracteriza por un aumento de los radicales libres, mientras que la segunda se refiere a que actúan como polímeros aniónicos que son capaces de quelar metales pesados. Por lo que la búsqueda de compuestos con propiedades funcionales para mejorar la salud es un reto en la ciencia de los alimentos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad antioxidante y capacidad quelante de los compuestos de reacciones de Maillard en sistemas modelo derivados de azúcar-aminoácido in vitro. La formación y evaluación de los PRM se realizó mediante sistemas modelo acuosos Azúcar-Aminoácido Glucosa-(Lisina, Alanina, Cisteína, Isoleucina, Glicina), Fructosa -(Lisina, Alanina, Cisteína, Isoleucina, Glicina) en solución equimolar 0.1 M a una temperatura de 100 ° C en intervalos de tiempo de 30, 60 y 90 min. La capacidad antioxidante se determinó por el método del ABTS expresada en μM de Trolox y utilizando ABTS como radical. Para la determinación de capacidad quelante de Fe^{+2} se utilizó un método espectrofotométrico. El sistema modelo Glucosa-Lisina (90min) fue el que mostro mayor inhibición del radical ABTS con 94.33% y mayor capacidad antioxidante (710.35 μM trolox), mientras que el sistema que mostro mayor porcentaje de quelación para Fe^{+2} fue Glucosa-Lisina (60 min) con 90.921% El sistema modelo Glucosa-Lisina es el modelo que mostro mayor actividad en las propiedades funcionales evaluadas.

Introducción.

La reacción de Maillard es uno de los fenómenos más comunes e importantes que tiene lugar durante el procesamiento o almacenamiento de los alimentos. Esta reacción también, conocida como una reacción de pardeamiento no enzimático; y consiste en una cadena de reacciones complejas que inicia con la condensación de un grupo amino y un azúcar reductor, dando lugar a los compuestos llamados productos de Amadori seguido de una fragmentación del azúcar y la liberación del grupo amino hasta llegar a la etapa final donde ocurre procesos de deshidratación, fragmentación y polimerización de los grupos amino; hasta la formación de compuestos no volátiles y de alto peso molecular denominados Melanoidinas (1).

Dentro de esta reacción se forman un gran número de compuestos llamados, productos de la reacción de Maillard (PRM), los cuales son compuestos poliméricos, aromáticos y productos intermedios de absorción en el ultravioleta (UV) (2). Debido a la complejidad de las estructuras químicas y físicas de PRM, se han enfocado estudiarlos mediante sistemas modelos. Los PRM representan hoy en día un área de interés para la gama de los alimentos funcionales y la tecnología de alimentos.

En la industria de alimentos los PRM obtienen relevancia debido a su contribución en las propiedades sensoriales y organolépticas en los alimentos, tales como sabor, color, aroma, las cuales están influenciadas por varios factores como: estructura química, concentración, pH, actividad del agua, temperatura y tiempo del tratamiento termico, siendo estas últimas las variables que presentan mayor grado de afectación a los PRM. Algunos ejemplos de estas reacciones son el asado, horneado o freído de los alimentos. Se sabe que determinados productos de la reacción de Maillard pueden tener un impacto, benéfico como adverso, en la salud, uno de los aspectos más novedosos y que generan efectos benéficos de los PRM es la actividad antioxidante o la capacidad de neutralizar radicales libres.

Es conocido que el estrés oxidativo, el cual se caracteriza por un aumento de los radicales libres de especies reactivas al oxígeno y nitrógeno y/o por una disminución de las defensas antioxidantes del cuerpo y que este efecto se asocian a un gran número de patologías que aquejan la salud, esto quizás se deba a los malos hábitos alimenticios en la dieta habitual que desembocan en la generación de enfermedades cardiovasculares como el cáncer, diabetes, Alzheimer y si dejar de mencionar los procesos biológicos naturales como el envejecimiento. Los PRM también poseen la particularidad de comportarse como polímeros aniónicos que son capaces de quelar o secuestrar metales de transición como el Fe^{+2} y Cu^{+2} donde dichos metales se encuentran implicados en la reacción de oxidación y en la generación de radicales libres, los cuales general daño celular.

Por lo que la búsqueda de compuestos con propiedades antioxidantes y quelante con propiedades de poder mejorar la salud y que estos se puedan incluir en la dieta diaria y/o

se generen nuevos alimentos (funcionales), es un reto para la ciencia de los alimentos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la Capacidad Antioxidante y Capacidad Quelante de los compuestos de reacción de Maillard en sistemas modelo derivados de aminoácido-azúcar.

Metodología.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología y Trazabilidad Molecular de los Alimentos dentro del Instituto Tecnológico de Sonora.

Reactivos. Todos los reactivos utilizados para la preparación de las muestras y desarrollo del análisis, fueron de alto grado pureza, y adquiridos de Sigma (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) Para determinación de capacidad antioxidante: 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS), Persulfato de Potasio ($K_2S_2O_8$), ácido 6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametil-croman-2 carboxílico (Trolox), agua ultrapura (MilliQ). Para determinación de capacidad quelante de Fe^{2+} : Cloruro Ferroso Tetrahidratado ($FeCl_2 \cdot 4H_2O$) y 3-(2-piridil)-5,6-bis (ácido 4-fenilulfónico)-1,2,4-triacina, sal monosódica (Ferozina) y Buffer de Fosfatos salino pH 7.4 (PBS).

Preparación de reacción de Maillard. La preparación de los sistemas modelo aminoácido-azúcar para la formación de los productos de la reacción de Maillard consistió en una metodología previamente reportada con algunas modificaciones (2). Donde esta consistió en preparar soluciones equimolares acuosas de cada aminoácido (Isoleucina, Glicina, Lisina), y de cada azúcar (Fructosa y Glucosa) a una concentración de 0.1 M, la relación de volúmenes depositada en un vial (10mL) entre la solución de aminoácido y azúcar fue de 1:1 (v/v); para obtener una concentración final de 0.05M. Posteriormente se calentaron en un horno de precisión, manteniendo una temperatura constante de 100 °C, por 30, 60 y 90 min respectivamente. Una vez pasado el tiempo, se sacaron del horno y se paró la reacción de Maillard en agua con hielo. Para la determinación del porcentaje de quelación de Fe^{2+} en Cisteína y Alanina fue necesario realizar sistemas modelos tamponado en PBS pH 7.4 en lugar de agua. Todos los sistemas modelos fueron preparados por triplicado.

Para la detección de la actividad antioxidante se utilizó el ensayo de decoloración ABTS reportado previamente (4). Este consiste en la producción de un radical generado por la oxidación de ABTS con persulfato de potasio obteniendo un compuesto cromóforo azul/verde, y este reacciona reduciéndose en la presencia de los antioxidantes donantes de hidrógenos presentes en los sistemas modelos de PRM. El ensayo se inició formando el radical ABTS, usando ABTS (Sigma-Aldrich) diluido en agua ultrapura (MilliQ), se mezcló con Persulfato de Potasio (Sigma-Aldrich) 2.45 mM, quedando la solución a una concentración final del radical ABTS de 7 mM. Se incubó de 14-16 h en oscuridad a 30°C posteriormente se ajustó la solución de ABTS a una absorbancia de 0.70 ± 0.02 nm y se monitoreo por 6 min. Luego se tomaron 10 μ L de la muestra y se mezcló con 100 μ L del reactivo ABTS y se dejó incubar 5 min en oscuridad para que pudiera llevarse a cabo la formación del radical ABTS. La mezcla que se formó anteriormente se leyó utilizando un espectrofotómetro UV/VIS Multiskan GO, Thermo Scientific en una placa tipo ELISA NUNC-F 96. Se usó como blanco agua y las mediciones se realizaron a una longitud de onda de 734 nm.

Para poder llevar a cabo la evaluación de la Capacidad Antioxidante en Equivalentes Trolox (TEAC) por la técnica del ABTS, se realizó una curva de calibración, utilizando como patrón una solución de 1.5 mM de la solución de estándar de Trolox para obtener

una concentración final de 300 μM de Trolox, el cual es un compuesto análogo de la vitamina E, que actúa como antioxidante, posteriormente se realizaron diluciones seriadas con agua ultrapura (MilliQ) para obtener concentraciones de 300 μM , 150 μM , 75 μM , 37.5 μM , 18.75 μM , 9.375 μM y 4.688 μM de Trolox.

Se graficó la curva de calibración contra la absorbancia, y mediante la ecuación de la recta $y = -0.001x + 0.7495$ se calculó la actividad antioxidante expresada en μM de equivalentes Trolox (TEAC) Mediante la siguiente expresión $x = (y - 0.7495) / -0.001$.

La capacidad antioxidante se evaluó mediante dos formas o principios, la primera por concentración de TEAC y la segunda por la actividad referida al porcentaje de inhibición de la actividad antioxidante; donde se refiere a la capacidad para neutralizar al radical ABTS y con esto evitar o retardar las reacciones de oxidación.

La capacidad de los productos de la reacción de Maillard para quelar los iones de cobre (Fe^{2+}) fue realizada de acuerdo a Kim y Lee (8) con algunas modificaciones. Donde a 25 μl de muestras de los sistemas modelo (aminoácido-azúcar), fueron añadidos 150 μl de agua ultrapura (MilliQ), después se depositaron 25 μl de 0,2 mM de $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. La mezcla se dejó en reposo a temperatura ambiente durante 30 seg. Pasado el tiempo de reposo se adicionaron 50 μl de 1 mM de Ferrozina. Como blanco para el ensayo se utilizó 25 μl de agua ultrapura (MilliQ), mientras que para los sistemas tamponados se utilizó el mismo procedimiento solo sustituyendo las cantidades de agua por buffer PBS en las muestras y control. La disociación del color debido a la quelación de Fe^{2+} se registró a una longitud de onda de 562 nm con un espectrofotómetro UV/VIS Multiskan GO, Thermo Scientific, utilizando una placa tipo ELISA NUNC-F 96.

Resultados y discusión

Los porcentajes obtenidos de los PRM mediante los Sistemas Modelo acuosos utilizados (tabla 1) muestran que los sistemas modelos que obtuvieron mayor porcentaje de inhibición del radical ABTS fueron Lisina-Glucosa y Lisina-Fructosa con 94.330% (90 min) y 94.279%, (90min) respectivamente. Es importante mencionar que ambos modelos el porcentaje de inhibición fue aumentando en función del tiempo de calentamiento. Otros estudios (6), mencionan que los productos de reacción de Maillard generados por la interacción del aminoácido Lisina con Glucosa o Fructosa, forman una estructura básica similar teniendo un comportamiento semejante a los productos evaluados en el presente trabajo, debido a que esto, presentan un porcentaje de inhibición similar al utilizar ambos azúcares en los sistemas modelo.

Por otra parte también se observó que el sistema modelos Cisteína-Glucosa obtuvo valores altos de porcentaje de inhibición semejante en los tres tiempos de calentamiento 94.087% (30 min) 94.060% (60 min) y 94.164% (90 min), de acuerdo Hwang, G.(5), el aminoácido Cisteína es un antioxidante considerado con efecto directo sobre los radicales libres, por lo que tal vez esto explique que el sistema modelo utilizando cisteína presentara porcentajes de inhibición altos en comparación con la utilización de otros aminoácidos. Los sistemas modelos que presentaron menor porcentaje de inhibición del radical ABTS fueron Glicina-Glucosa y Glicina- Fructosa

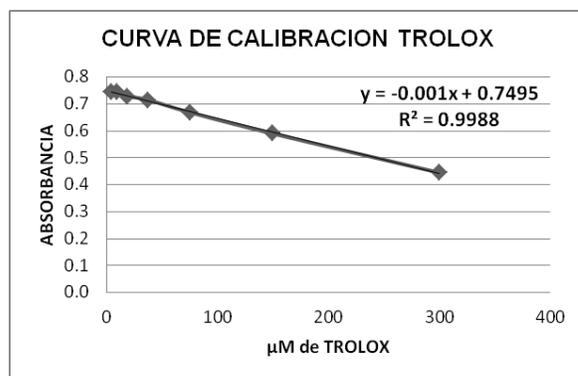
FIGURA 1. Curva de calibración de Trolox

Tabla 1. Porcentaje de Inhibición de la Capacidad Antioxidante de los PRM mediante Sistemas Modelo Aminoácido-(Glucosa y Fructosa).

	100 °C		
	30 Min	60 Min	90 min
Alanina-Glucosa	3.211± 0.009(1.4)	4.965± 0.011(1.7)	4.688± 0.008(1.2)
Cisteína-Glucosa	94.087± 0.000(1.5)	94.060± 0.001(3.2)	94.164± 0.001(2.9)
Glicina-Glucosa	ND	3.4559± 0.024 (3.6)	1.553±0.0002(0.03)
Isoleucina-Glucosa	2.180± 0.004(0.6)	4.071± 0.017(2.5)	1.672± 0.001(0.1)
Lisina-Glucosa	^b 11.360± 0.0009(0.1)	^a 42.428± 0.016(3.8)	94.330± 0.0002(0.5)
Alanina-Fructosa	4.385± 0.001(0.2)	5.761± 0.020(3.1)	^a 6.881± 0.021(3.3)
Cisteína-Fructosa	93.918± 0.005 (3.3)	94.053± 0.001(3.1)	93.913± 0.000(1.6)
Glicina-Fructosa	3.112± 0.01(1.5)	-0.631± 0.006(0.8)	4.804± 0.031(4.6)
Isoleucina-Fructosa	^c 0.527± 0.002(0.2)	1.561± 0.003(0.47)	^b 9.782± 0.021(3.4)
Lisina-Fructosa	^d 14.412± 0.001(0.3)	^b 73.234± 0.003(1.7)	94.279± 0.000(1.6)

Letras dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (Duncan, $P \leq 0.05\%$) ($n=3$); % de Inhibición de la Capacidad Antioxidante \pm SD (CV), ND= No detectada

Dentro de la curva de calibración bajo diferentes concentraciones de Trolox, el comportamiento para la curva de calibración de Trolox fue altamente lineal donde la ecuación obtenida de la recta para la curva fue: $y = 0.001x + 0.7495$, se obtuvo una $R^2 = 0.9988$ (Figura 1), por lo cual se considera que la ecuación de la recta es válida y apta para el cálculo de la capacidad antioxidante en las muestras.



La capacidad antioxidante expresadas en valores de TEAC se muestran en la tabla 2. Donde los sistemas modelo acuosos evaluados en ambos azúcares se encontraron en un rango de 50-708.95 μ M Trolox. Para los sistemas modelo Aminoácido- Azúcar (glucosa) el valor menor obtenido fue de 50 μ M Trolox mientras que el de mayor valor de TEAC se obtuvo en Lisina- Glucosa con un valor de 710.35 μ M Trolox (90 min). En los sistemas modelos Aminoácido-Azúcar (Fructosa) el valor menor se observó en Glicina- Fructosa con 53.1 μ M Trolox (60 min) y mientras que el mayor valor de TEAC fue Lisina- Fructosa con 709.95 μ M Trolox (90 min)

Tabla 2. Capacidad Antioxidante expresada como equivalentes de Trolox (TEAC) de los PRM mediante Sistemas Modelo Aminoácido-(Glucosa y Fructosa).

	100° C		
	30 Min	60 Min	90 Min
Alanina-Fructosa	88.2	97.2	104.3
Cisteína-Fructosa	707.55	708.6	706.5
Glicina-Fructosa	79.45	53.1	89.7
Isoleucina-Fructosa	60.75	67.3	123.45
Lisina-Fructosa	147.7	536.8	709.75
Alanina-Glucosa	80.85	92.9	90.1
Cisteína-Glucosa	708.65	708.35	708.95
Glicina-Glucosa	50	81	67.55
Isoleucina-Glucosa	72.35	85.3	67.55
Lisina-Glucosa	127.35	324	710.35

La capacidad quelante de Fe^{2+} expresada en porcentaje en los sistemas modelo acuosos y tamponados con PBS (pH7.4) se muestran en la tabla 3 donde los valores superiores se encontraron en el sistema modelo Glucosa- Lisina obteniendo un porcentaje de quelación del ion Fe^{2+} de 90.563 % esto confirma la capacidad y afinidad del aminoácido lisina de formar complejos con Fe^{2+} concordando con lo dicho por Ruíz Roca (7). Por otro lado la capacidad de quelación de Fe^{2+} con el sistema Glicina-Glucosa no fue detectada bajo la concentración de estudio en el tiempo de calentamiento 30min, es importante mencionar que este modelo tampoco presento actividad antioxidante expresada de porcentajes de inhibición, sin embargo durante el aumento del tiempo de calentamiento (60 min y 90 min) el efecto de la capacidad quelante y antioxidante fue observado (tabla 1 y 3). Estos concuerda con estudios previos (2) donde se observó que el sistema modelo Glicina-Glucosa presento valores menores al 20% en la capacidad quelante de Fe^{2+} , donde a su vez estos fueron considerados bajos por los autores dentro de los sistemas evaluados.

Tabla 3. Porcentaje de Capacidad Quelante de Fe^{2+} de los PRM mediante Sistemas Modelo acuosos y tamponados 7.4 PBS aminoácido- (Glucosa y Fructosa).

	100 °C		
	30 Min	60 Min	90 min
Alanina-Glucosa	29.874± 0.01(5.9)	44.843± 0.00(0.2)	57.589± 0.00(4.2)
Cisteína-Glucosa	76.390± 0.00(2.8)	77.263± 0.00 (3.7)	84.329± 0.00 (1.2)
Glicina-Glucosa	ND	1.860± 0.40(0.4)	0.659± 0.00(3.0)
Isoleucina-Glucosa	53.667± 0.01(5.3)	66.747± 0.00(5.1)	50.463± 0.03(10.0)
Lisina-Glucosa	90.573± 0.00(3.4)	87.640± 0.00(0.8)	76.786± 0.00(0.0)
Alanina-Fructosa	20.208± 0.00(0.9)	^a 20.4644± 0.01(5.9)	31.242± 0.01(5.6)
Cisteína-Fructosa	47.563± 0.00(2.8)	78.512± 0.00(2.0)	80.086± 0.00(1.4)
Glicina-Fructosa	0.616± 0.01(3.2)	2.193± 0.00(0.1)	2.384± 0.01(4.4)
Isoleucina-Fructosa	37.549± 0.04(7.6)	46.534± 0.01(5.9)	41.989± 0.00(3.6)
Lisina-Fructosa	90.685± 0.00(1.9)	85.334± 0.00(0.0)	83.850± 0.00(3.7)

Letras dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (Duncan, $P \leq 0.05\%$) (n=3); % de Inhibición de la Capacidad Antioxidante ± SD (CV), ND= No detectado

Conclusiones

Todos los sistema modelo estudiados presentaron capacidad antioxidante y quelante, el sistema que presento mayor capacidad antioxidante y quelante fue Lisina-Glucosa, mientras que el modelo Glicina-Fructosa no presento capacidad quelante para un tiempo de calentamiento de 30 min. Estos sistemas podrían ser utilizados en base a las propiedades funcionales que presentan como posibles aditivos en los alimentos o el poder recomendar en la dieta, alimentos que mantenga los aminoácidos y azucares evaluados.

Bibliografía

1. Boekel, V. (2006). Formation of flavour compounds in the Maillard reaction, *Biotechnology Advances* 24, 230– 233.
2. Kim, J. S. y Lee, Y. S. (2010). Characteristics and antioxidant activity of Maillard reaction products from fructose-glycine oligomer. *Food Science and Biotechnology*, 19(4): 929-940.
3. Jaeguer, H. Janositz, A. Knorr, D. (2010). The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. *Pathologie Biologie* 58, 207–213.
4. Re, R., Pellegrini, N. Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. y Rice-Evans. (1999). Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decoloration assay. *Free Radical Bio. Med.* 26 (9): 1231-1237.
5. Hwang, I. G., Kim, H. Y., Woo, K. S., Lee, J. Y Jeong, H. S (2010). Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar-amino acid model system. *Food Chemistry*, 126, 221-
6. Virág, V. Kiss, A. Forgó, P. Csutorá, C. Molnár, S. (2013). Study on Maillard-reaction driven transformations and increase of antioxidant activity in lysine fortified biscuits, *Microchemical Journal*, 107, 172-177.
7. Ruíz Roca, B. (2009). Propiedades antioxidantes de los productos de las reacciones de Maillard y su influencia en la absorción de hierro y cobre. Relación con la capacidad quelante de metales. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.

ARTÍCULO 22.
ESTUDIO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS COMEDORES DEL
ITSON UNIDAD CENTRO Y NAÍNARI EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DE
2013.

Rojas Padilla J., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U., Campas Baypoli O. N. y Chávez
Almanza A. F.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero No. 818 sur Col. Centro, Cd. Obregón,
Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias (644) 4109000 ext. 2133,
johnredtkd@gmail.com

Palabras clave: inocuidad, establecimientos, alimentos.

Introducción. Los alimentos son sustancias de origen animal, vegetal o artificial que al ser ingeridos, proveen al organismo los nutrientes y energía necesarios para el desarrollo de los procesos biológicos que mantienen la vida, por tanto los alimentos deben ser fuente de salud. La forma en que los elegimos, preparamos y conservamos determina el efecto que ellos tendrán en nuestro organismo. Antes de llegar a nuestra boca, los productos alimenticios han pasado por muchos procesos y por muchas manos, que intervienen en su preparación y en su empaque (5).

Preparar alimentos se ha convertido no solo en una profesión con mucha arte, sino en una profesión de alto riesgo. La forma adecuada de preparar alimentos no solo radica en saberlos mezclar, sino también en saber manipularlos, ya que un platillo puede estar en excelentes condiciones de sabor, olor, textura y rico en colores, pero en su interior puede guardar un peligro inminente para el que lo ingiere, puesto que en su elaboración pudieron haberse cometido errores que permitieron a los virus, bacterias o parásitos, reproducirse, y a través de la ingestión provocar un daño irreparable en el organismo (2). Los alimentos se contaminan cuando entran en contacto con sustancias químicas, agentes biológicos y elementos extraños de diverso origen, que alteran su composición y causan daño a quien los ingiere. Esto puede suceder durante su producción, su almacenamiento o su manipulación, en el momento de prepararlos o al consumirlos (5).

Acorde a la FAO, existe seguridad alimentaria, cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana (1). Toda la superficie que entra en contacto con los alimentos, se convierte en una ulterior fuente potencial de contaminación. Es un compromiso permanente de los establecimientos que manejen alimentos, incluir la limpieza y desinfección (higienización) dentro de programas de alta prioridad. La eficiencia de estos tratamientos deberá ser cabalmente verificada (3).

Las enfermedades transmitidas por alimentos son numerosas, la mayoría de ellas son infecciones ocasionadas por bacterias, virus y parásitos; otras son intoxicaciones producidas por toxinas. La mayoría de las infecciones transmitidas por alimentos se deben a especies bacterianas del género *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157:H7 y un grupo de virus, los calicivirus, que se conocen también como virus Norwalk. Algunas enfermedades se transmiten ocasionalmente por alimentos, aun cuando de

ordinario se transmitan por otras vías, por ejemplo, infecciones producidas por *Shigella*, hepatitis A y parásitos *Giardia lamblia*. Además de enfermedades infecciosas, también existen otras ocasionadas por la presencia de toxinas producidas por algunos microorganismos al crecer en un alimento, como es el caso de las especies bacterianas *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum* (6).

Un aspecto importante en el presente estudio es que al interior del ITSON alrededor de 21,000 personas entre alumnos, empleados y personas provenientes de fuera de la institución reciben la atención por parte de Comedores y Cafeterías ITSON el cual les brinda el servicio de preparación y venta de alimentos.

Debido a esto, la importancia y finalidad de realizar el estudio sobre la calidad microbiológica de los alimentos, superficies y ambiente del Instituto Tecnológico de Sonora, beneficiando así a las personas que consumen en estos establecimientos, al asegurar que los alimentos se encuentran libres de microorganismos patógenos que puedan ocasionar daños a la salud. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la calidad sanitaria de superficies, ambiente y alimentos de los comedores ITSON Unidad Centro y Náinari mediante métodos microbiológicos con el fin de conocer si cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas.

Metodología. Acorde al Proyecto de Norma NOM-109-SSA1-1994 y recomendación de la Secretaria de Salud y Asistencia se realizaron muestreos mensuales durante el presente año del mes de Enero a Junio, en los comedores del Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Náinari y Unidad Centro, donde se recolectaron 48 muestras de alimentos, 144 muestras de superficies inertes, 48 muestras de superficies vivas y 144 muestras de ambiente. Las muestras de alimentos han sido entre otros, lechuga y frijol. Las muestras de superficies inertes fueron cuchillos, tablas de picar, mesas de preparación, interior del refrigerador, etc., y las superficies vivas manos de cocineras de los distintos comedores, incluyendo 2 cocineras por muestreo por comedor; en las muestras de ambiente se ha incluido el interior del refrigerador, tarja de lavado de utensilios, mesa de consumo, entre otros. Los análisis microbiológicos realizados a las diversas muestras fueron: Cuenta Total Viable de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) (NOM-092-SSA1-1994), Cuenta Total Viable de Hongos y Levaduras (NOM-111-SSA1-1994), Número Más Probable de Coliformes Totales (CT) y Coliformes Fecales (CF) (NOM-112-SSA1-1994), Cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa (CTP) (NOM-113-SSA1-1994), este análisis solamente para las superficies vivas e inertes, Aislamiento e Identificación por Pruebas Bioquímicas de *Salmonella sp.* (NOM-114-SSA1-1994) solamente para los alimentos. Para Mesófilos Aerobios en ambiente se utilizó el método de placa abierta, el cual se basa en llevar una placa con agar estándar métodos, previamente sometida a prueba de esterilidad al sitio de muestreo y se coloca la placa en el sitio y se abre colocando la tapa a un lado con cuidado de no contaminar; se deja por 15 minutos, pasado este tiempo se traslada al laboratorio para su incubación por 24 a 48 horas a 37°C.

Resultados y discusión. Para el caso específico de los alimentos, el grupo indicador BMA, en el comedor El Galope el 100% de las muestras cumplió con el límite establecido en la NOM-093-SSA1-1994 (150,000 UFC/g), en el comedor Kiawa el 83.4% de las muestras de alimentos crudos y cocidos cumplieron con el mismo indicador, mientras que en el comedor Estudiantil Náinari el 75% de las muestras de alimentos cumplieron y, así mismo para la Cafetería Náinari el 100% de los alimentos cumplen con el límite de la referida NOM (tablas 1, 2, 3 y 4).

Tabla 1. Resultados Microbiológicos de Alimentos del Comedor Galope.

Fecha	Alimentos	Mesofilos aerobios (UFC/g)	Coliformes		<i>Salmonella spp.</i> en 25g
			Totales (NMP/g)	Fecales (NMP/g)	
Enero	Lechuga	770	90	23	Ausente
	Frijol	1 340	0	0	Ausente
Febrero	Lechuga	1 720	21	0	Ausente
	Cochinita	310	0	0	Ausente
Marzo	Lechuga	1 250	90	4	Ausente
	Frijol	70	0	0	Ausente
Abril	Lechuga	1 910	9	0	Ausente
	Frijol	970	0	0	Ausente
Mayo	Lechuga	30 900	≥ 1 100	<u>1 100</u>	Ausente
	Frijol	20	0	0	Ausente
Junio	Lechuga	8 930	9	4	Ausente
	Frijol	6 500	0	0	Ausente

Para el grupo indicador de Coliformes Totales en los alimentos cocidos de los comedores Galope, Kiawa y Estudiantil el 100% de las muestras cumplen con los límites establecidos de la NOM-093-SSA1-1994 el cual es de <10 NMP/g; por otro lado en la Cafetería Náinari el 100% de los alimentos crudos y el 83.4% de los alimentos cocidos cumplen con lo establecido en dicha NOM. Con respecto a Coliformes Fecales el 100% de los alimentos cocidos en todos los comedores cumplen con las especificaciones de la norma, mientras que para los alimentos crudos del comedor Galope el 83.4% de las muestras cumplen con el límite de la NOM el cual es de 100 NMP/g; para el comedor Kiawa y el comedor Estudiantil el 66.7% de los alimentos crudos cumplen con dicha norma, y por último en la Cafetería Náinari el 100% de los alimentos crudos cumplen con las especificaciones de la norma oficial mexicana (tablas 1, 2, 3 y 4).

El patógeno *Salmonella spp.*, estuvo ausente en el total de las muestras analizadas lo que representa un estado sanitario idóneo de los alimentos que se prepararan y consumen en estos establecimientos.

En cuanto a las superficies inertes para todos los comedores el 100% de las muestras analizadas cumplieron con el límite máximo permisible de 400 UFC/cm^2 de superficie para mesófilos aerobios y para coliformes totales el 100% de las muestras estuvieron dentro del límite de 200 UFC/cm^2 de superficie establecido por la NOM-093-SSA1-1994 (apéndice normativo B). Mientras tanto en las superficies vivas, para coliformes totales, el 83.3% de las muestras de El Galope y Cafetería Náinari cumple con los límites permisibles, en el comedor Kiawa el 91.7% de las muestras analizadas cumple con la normatividad de $10\text{ UFC/ superficie}$, mientras que en el comedor Estudiantil el 100% de las muestras cumplen con la norma oficial mexicana para este indicador. En el indicador mesófilos aerobios para estas superficies cumplió en el 100% de las muestras del total de los 4 comedores.

Tabla 2. Resultados Microbiológicos de Alimentos del Comedor Kiawa

Fecha	Alimentos	Mesofilos aerobios (UFC/g)	Coliformes		Salmonella spp. en 25g
			Totales (NMP/g)	Fecales (NMP/g)	
Enero	Lechuga	16 100	500	0	Ausente
	Cochinita	0	0	0	Ausente
Febrero	Lechuga	22 200	> 1 100	0	Ausente
	Cochinita	0	0	0	Ausente
Marzo	Lechuga	54 500	1 100	15	Ausente
	Cochinita	0	0	0	Ausente
Abril	Lechuga	31 000	>1 100	500	Ausente
	Cochinita	2970	0	0	Ausente
Mayo	Lechuga	471 000	200	21	Ausente
	Cochinita	90	0	0	Ausente
Junio	Lechuga	5020	> 1 100	> 1 100	Ausente
	Cochinita	2 380	0	0	Ausente

Tabla 3. Resultados Microbiológicos de Alimentos del Comedor Estudiantil

Fecha	Alimentos	Mesofilos aerobios (UFC/g)	Coliformes		Salmonella spp. en 25g
			Totales (NMP/g)	Fecales (NMP/g)	
Enero	Lechuga	91 000	40	0	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente
Febrero	Lechuga	285 000	40	0	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente
Marzo	Lechuga	47 500	150	0	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente
Abril	Lechuga	63 500	>1 100	0	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente
Mayo	Lechuga	2 450 000	>1 100	1 100	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente
Junio	Lechuga	897 000	> 1 100	> 1 100	Ausente
	Frijol	0	0	0	Ausente

Tabla 4. Resultados Microbiológicos de Alimentos de Cafetería Náinari

Fecha	Alimentos	Mesófilos aerobios (UFC/g)	Coliformes		Salmonella spp. en 25g
			Totales (NMP/g)	Fecales (NMP/g)	
Enero	Lechuga	30 700	9	0	Ausente
	Frijol	920	0	0	Ausente
Febrero	Lechuga	2 040	0	0	Ausente
	Frijol	3 800	0	0	Ausente
Marzo	Lechuga	2 570	23	0	Ausente
	Frijol	1 050	0	0	Ausente
Abril	Lechuga	2 820	23	23	Ausente
	Frijol	200	0	0	Ausente
Mayo	Lechuga	31 400	1 100	15	Ausente
	Frijol	40	4	0	Ausente
Junio	Lechuga	3 860	> 1 100	7	Ausente
	Frijol	3 800	500	3	Ausente

Conclusiones. Derivado de la buena calidad microbiológica de las superficies (vivas e inertes), la calidad microbiológica de los alimentos preparados y servidos en los comedores del Instituto Tecnológico de Sonora en el periodo de Enero-Mayo 2013 son aptos para su consumo ya que cumplen con las especificaciones de la NOM-093-SSA1-1994 y la NOM-251-SSA1-2009, siendo seguros para personal, alumnos y personas que los consumen.

Bibliografía.

- [1] Armendáriz Sanz, José Luis. Seguridad e Higiene en la manipulación de alimentos. Editorial Paraninfo, 2da. Edición. Madrid, España. 2012.
- [2] Bravo Martínez, Francisco. El manejo higiénico de los alimentos: Guía para la obtención del distintivo H. Editorial Limusa S.A. de C.V. México, D.F. 2004.
- [3] Fernández Escartín, Eduardo, Microbiología de Inocuidad de los Alimentos, 2da. Edición. Editado por la Universidad Autónoma de Querétaro. México, 2008.
- [4] NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos

[5] Mahecha Parra, Nancy. Manejo adecuado de los alimentos. Editorial San Pablo, 1ra. Edición. Bogotá, Colombia. 2004.

[6] Pascual Anderson, Ma. Del Rosario. Enfermedades de Origen Alimentario: su prevención. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. 2005.

ARTÍCULO 23.
**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE
UTILIZADA EN LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LAS CAFETERÍAS Y
COMEDORES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA.**

Chávez Almanza A. F., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U., Angulo Inzunza R., Rojas
Padilla J. y Puente Cuevas C. M.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero #818 sur, Colonia Centro, Tel. 410-09-00
Ext. 2133 E-mail: andres.chavez@itson.edu.mx

Palabras clave: agua, calidad microbiológica

Introducción. El agua es un compuesto de vital importancia para la vida y la realización de todas las actividades que se efectúan para nuestro sustento, como los procesos industriales, producción agrícola, ganadera, entre otros, así como también es un factor influyente para impulsar la economía de un país; sin embargo, ya se están presentando problemas de contaminación en los recursos hídricos por la influencia extendida del hombre, elevando el grado de riesgo de contaminantes como: nitratos, microorganismos, plaguicidas y metales pesados, todos ellos teniendo un alto impacto en la salud (1).

Desde los primeros tiempos de la microbiología, fue evidente que algunos microorganismos de interés no eran muy comunes o no eran fáciles de aislar. Tales microorganismos podían estar involucrados con la deterioración, algún parámetro de calidad o el riesgo de transmisión de enfermedades. Dada tal dificultad en determinar dichos organismos, los investigadores han estado utilizando una gran variedad de otros microorganismos que se encuentran con más frecuencia y que son fáciles de cultivar. A tales microorganismos que sirven para indicar la presencia de otros se les ha denominado “microorganismos indicadores” (2).

Los microorganismos indicadores son usados ampliamente para detectar contaminación humana, contaminación fecal, supervivencia de patógenos, etc. En general, los indicadores microbianos se pueden dividir en aquellos que sirven para indicar cambios en calidad y los que sirven para revelar la presencia de organismos patógenos (2).

En general, la normativa establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo y para procesos alimentarios si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. Ellos transmiten enfermedades tales como salmonelosis (*Salmonella spp.*), shigelosis (*Shigella spp.*), cólera (*Vibrio cholerae*), amebiasis (*Entamoeba histolytica*), alteraciones gastrointestinales (*Giardia lamblia*), criptosporidiosis (*Cryptosporidium spp.*), esquistosomiasis (*Schistosoma spp.*), desórdenes hepáticos (virus de hepatitis), entre otros (3).

En el Instituto Tecnológico de Sonora se utilizan grandes cantidades de agua todos los días en la preparación de alimentos y para su consumo, tanto por el personal como por los alumnos y es necesario tener un control de su calidad; es por ello que el evaluar la calidad bacteriológica del agua se ha vuelto una necesidad para garantizar que esta cumpla con los parámetros establecidos en las normas oficiales mexicanas. Por lo antes

mencionado el objetivo de la investigación fue evaluar la calidad microbiológica del agua potable utilizada en la preparación de alimentos en las cafeterías y comedores del Instituto Tecnológico de Sonora, mediante análisis microbiológicos y comparar los resultados con las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 (MODIFICACIÓN), para determinar si es apta para uso y consumo humano.

Metodología. La investigación forma parte del proyecto “Evaluación de la Calidad Microbiológica de Superficies, Ambiente, Agua y Alimentos de las Cafeterías y Comedores del Instituto Tecnológico de Sonora”. El periodo del muestreo comprendió de enero a mayo de 2012, realizando muestreos quincenales de agua potable en las 5 cafeterías y comedores de la Institución (Fig. 1).

La recolección de muestras se realizó acorde a lo establecido en la NOM-230-SSA1-2002, en frascos estériles de 500 mL de capacidad, recolectándose 2/3 partes del volumen del frasco; posteriormente se transportaron manteniéndose a una temperatura de 4°C aproximadamente e inmediatamente después se realizaron los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Investigación en Microbiología de la DES de Recursos Naturales del Instituto Tecnológico de Sonora Campus Obregón-Centro, en un tiempo no mayor de 6 horas.

Para realizar los análisis microbiológicos se utilizaron las metodologías establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales se describen a continuación, Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales (NOM-112-SSA1-1994), Aislamiento e identificación de *Salmonella spp.* (NOM-114-SSA1-1994) y Aislamiento e identificación de *Vibrio cholerae* (NOM-031-SSA1-1993) (Fig. 2); adicionalmente se midieron parámetros de campo como, temperatura, pH y cloro residual, estos dos últimos realizados con un kit comercial.

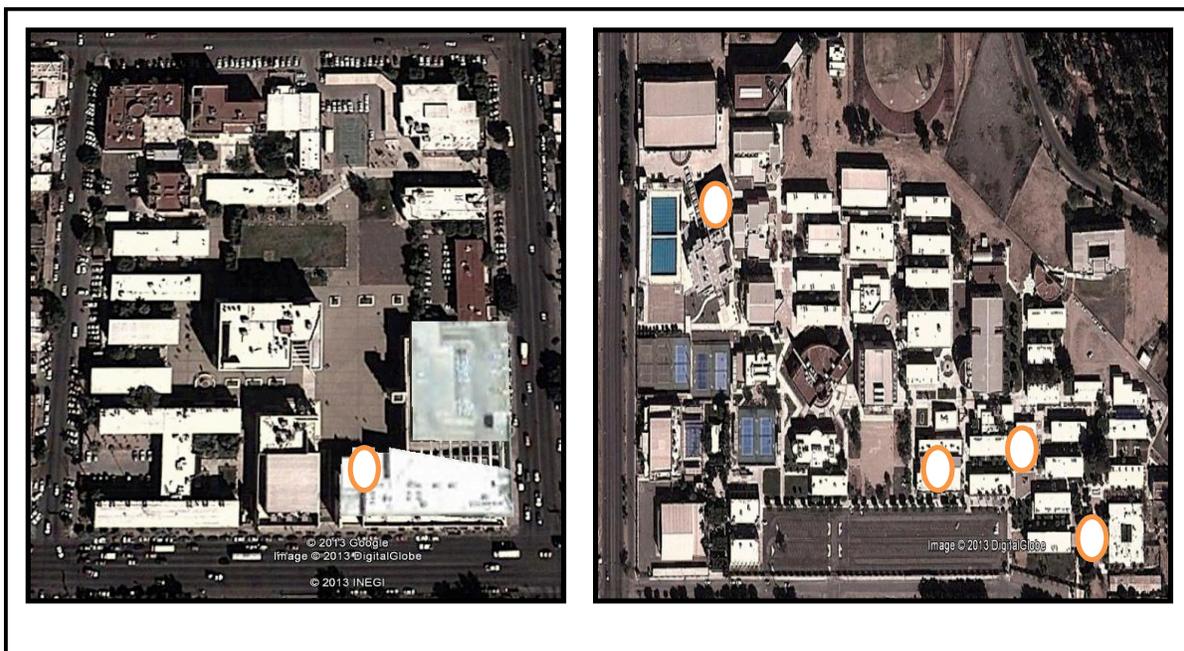


Figura 1. Ubicación de Cafeterías y Comedores del ITSON-Obregón.

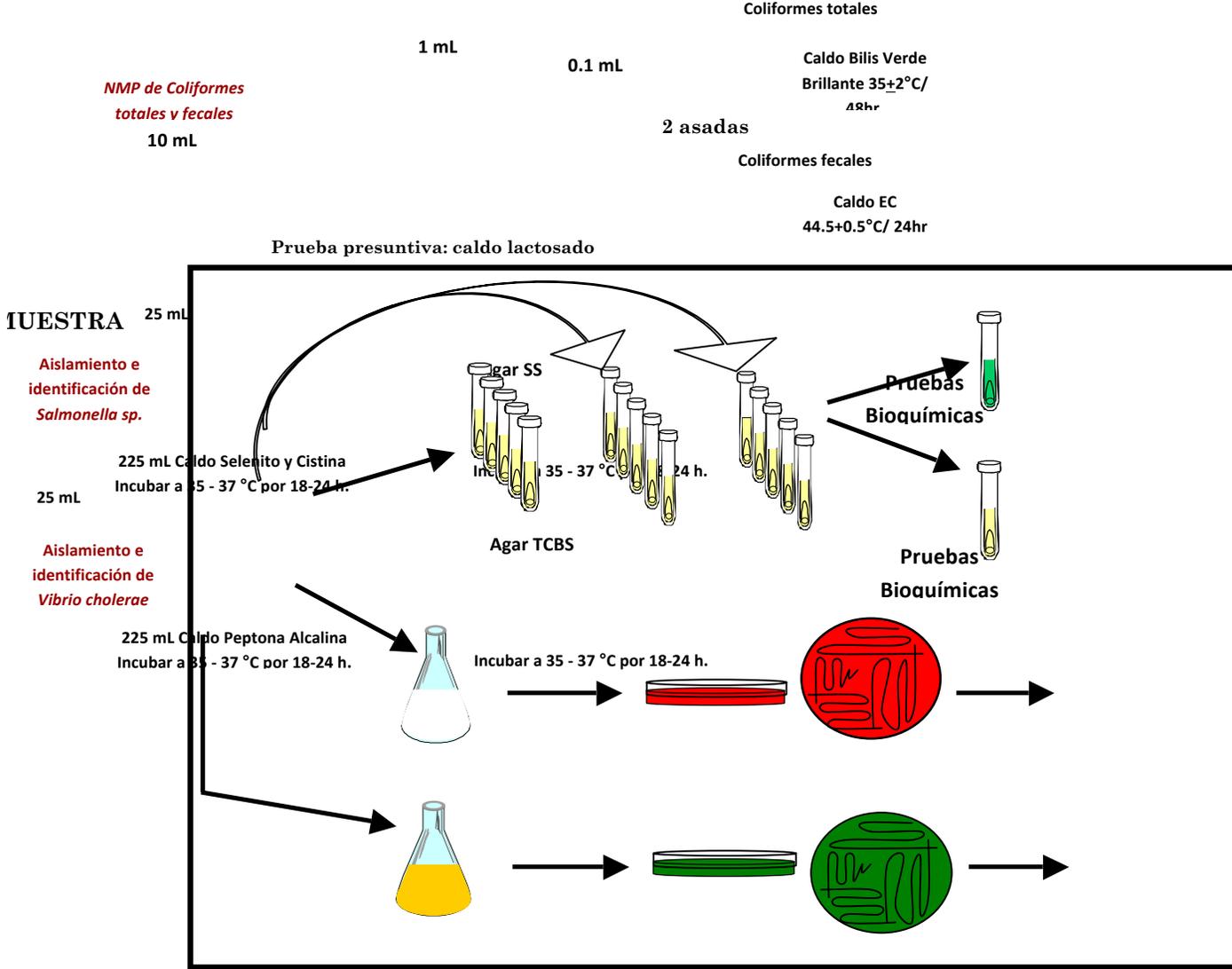


Figura 2. Análisis microbiológicos

Resultados y discusión. En la Tabla 1 se muestran los resultados de coliformes totales para el total de las muestras de agua potable, en donde se observa que el 94.8% (n=37) de estas cumplen con lo especificado por la norma NOM-127-SSA1-1994 (Modificada), la cual nos menciona que debe haber ausencia total de este tipo de microorganismo, demostrando la buena calidad del agua para poder realizar procesos alimenticios.

Tabla 1. Resultados de coliformes totales NMP/100mL

Origen de la muestra	Muestreo							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cafetería Un. Náinari	2	0	0	0	0	0	0	0
Centro de Producción Mi Nana	0		0	0	0	0	0	NM
Comedor Estudiantil	0	0	0	0	0	0	0	0
Comedor Kiawa	0	0	0	0	0	0	0	0

Comedor Galope	0	0	0	0	0	0	0	<u>200</u>
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	------------

NM: No Muestreado

En la Tabla 2, se puede observar que de las 39 muestras de agua potable tomadas en los comedores y cafeterías del ITSON, el 94.8% (n=37) no tienen presencia de coliformes fecales, con lo que de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 (Modificada) debe de haber ausencia de estos microorganismos en el agua para consumo humano por lo que en base a este indicador sanitario es de muy buena calidad.

Tabla 2. Resultados de Coliformes fecales NMP/100mL

Origen de la muestra	Muestreo							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cafetería Un. Náinari	<u>2</u>	0	0	0	0	0	0	0
Centro de Producción Mi Nana	0	0	0	0	0	0	0	<i>NM</i>
Comedor Estudiantil	0	0	0	0	0	0	0	0
Comedor Kiawa	0	0	0	0	0	0	0	0
Comedor Galope	0	0	0	0	0	0	0	<u>8</u>

NM: No Muestreado

En la Tabla 3, se muestra la temperatura del agua potable registrada en cada muestreo, expresando un intervalo de temperatura de 19°C a 34.5°C. Este punto es importante tomarlo debido a que los microorganismos tienen temperaturas óptimas de crecimiento, por ejemplo dentro del grupo de los mesofilos aerobios la temperatura de crecimiento varía en un rango de 20 a 40 °C, siendo uno de los componentes principales de este grupo los Coliformes, indicadores microbiológicos analizados en esta investigación.

Tabla 3. Resultados de Temperatura en °C

Origen de la muestra	Muestreo							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cafetería Un. Náinari	20	22	21.5	22.5	24	27	28	30
Centro de Producción Mi Nana	19	20	23	22	25	28	29	NM
Comedor Estudiantil	20	23	27	25.5	27	31	30	31
Comedor Kiawa	21	22	24	24	26	31	29	30
Comedor Galope	22	23.5	23	24.5	28	31	34.5	30

NM: No Muestreado

En lo que respecta a los resultados del cloro residual de cada una de las muestras de agua potable tomadas en las cafeterías y comedores del ITSON, utilizadas para la preparación de diversos alimentos, se puede observar en la Tabla 4 que el rango estuvo oscilando entre 0 y 1.5 mg/L, conforme los que nos pide la modificación a la norma NOM-127-SSA1-1994 la presencia debe de estar entre 0.2 a 1.5 mg/L, cumpliendo el 72% (n=28) del total de las muestras.

Tabla 4. Resultados de Cloro Residual (mg/L).

Origen de la muestra	Muestreo							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cafetería Un. Náinari	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5
Centro de Producción Mi Nana	1	1	1	1	1	1	1	NM
Comedor Estudiantil	1	0	0.3	1	0	0	1	1
Comedor Kiawa	0.3	0	0.5	0	0	0	0	0
Comedor Galope	1	0.5	1	1	1	0.5	0	0

NM: No Muestreado

A continuación, en la Tabla 5 se muestran los resultado de pH del total de las muestras de agua potable, en donde el 100% cumplen con lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994 (modificación), en la cual se indica que el intervalo del pH del agua para consumo humano debe encontrarse entre 6.5 a 8.5.

Tabla 5. Resultados de Potencial de Hidrogeno (pH)

Origen de la muestra	Muestreo							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cafetería Un. Nainari	7.2	7.2	7.2	7.2	7.6	7.6	7.2	7.6
Centro de Producción Mi Nana	7.6	7.2	7.2	7.6	7.6	7.6	7.2	NM
Comedor Estudiantil	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.6	7.6	7.6
Comedor Kiawa	7.6	7.2	7.6	7.6	7.2	7.6	7.6	7.8
Comedor Galope	7.6	7.2	7.8	7.6	7.6	7.6	7.2	7.6

NM: No Muestreado

Para *Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae*, los resultados de las muestras de agua potable utilizadas para la elaboración de diversos alimentos mostró ausencia total de estos patógenos, por lo que se observa que la calidad del agua es aceptable por la norma NOM-127-SSA1-1994 (Modificada) la cual nos indica que debe de haber ausencia en 25mL para ambos microorganismos.

Conclusiones. El agua potable utilizada en la preparación de alimentos en los comedores y cafeterías del Instituto Tecnológico de Sonora, es apta para dicho uso, ya que cumple con los límites y especificaciones que pide la Modificación a la norma NOM-127-SSA1-1994.

Bibliografía.

1. Gómez, N (1998). "Use of epipellic diatoms for evaluation of wáter quality in the Matanza-Riachuelo (Argentina), a Pampean plain river". *Water Research*; 32 (7).
2. Torres Vitela, Ma. Del Refugio (2006). "Microbiología de los alimentos". Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
3. William and Wilkins (1994). "Manual of Determinative Bacteriology". Baltimore.
4. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
5. NORMA Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
6. NORMA Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimientos públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
7. NORMA Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos.
8. NORMA Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

ARTÍCULO 24.
EFFECTO DE LA VITRIFICACIÓN-CRIOCONSERVACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD DE LAS ENZIMAS ANTIOXIDANTES (CATALASA Y SUPERÓXIDO DISMUTASA) EN YEMAS DE VID (*Vitis vinifera* L.) CV. FLAME

Lazo Javalera M. F.¹, Astorga Cienfuegos K. R.¹, Tiznado Hernández M. E.² Vargas Arispuro I.¹, Valenzuela Soto E.¹ y Rivera Domínguez M¹.

¹Coordinación de Ciencia de los Alimentos, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.; ²Coordinación de tecnología de Alimentos de origen Vegetal, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. e-mail: marisela@ciad.mx

Resumen

La vid (*Vitis vinifera* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo, sin embargo no existen métodos adecuados para su conservación. La criopreservación es una alternativa muy eficiente para el almacenamiento de germoplasmas por largos periodos, no obstante, el congelamiento puede inducir el estrés oxidativo y provocar daño celular. Los mecanismos antioxidantes enzimáticos como la actividad de superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT) neutralizan a las especies reactivas de oxígeno (ERO) disminuyendo el daño celular. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la actividad enzimática de SOD y CAT en yemas de vid cv "Flame" vitrificadas-criopreservadas. Las yemas de vid fueron sometidas a tratamientos con y sin vitrificación y congeladas en nitrógeno líquido por distintos tiempos (0, 1 hora, 1 día, 1 semana y 1 mes). Posteriormente, se tomaron tejidos de cada tratamiento con y sin descongelamiento (37°C/3 min) para realizar la extracción enzimática de superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT). La actividad de SOD y CAT en las yemas criopreservadas y vitrificadas fue menor respecto al control (P<0.05), sin embargo, la actividad de ambas enzimas fue mayor en yemas criopreservadas respecto a las vitrificadas. El proceso de vitrificación-criopreservación en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.) del cultivar "Flame" causó varios cambios a nivel bioquímico, mediante la disminución en la actividad de SOD y CAT, como respuesta de defensa al estrés ocasionado por éste tratamiento, por lo que se concluye que la vitrificación ejerció un efecto positivo sobre la protección de las yemas axilares de vid criopreservadas.

Palabras clave: *Vitis vinifera* L., criopreservación, enzimas antioxidantes

Introducción.

La vid (*Vitis vinifera* L.) es considerada uno de los cultivos más importantes económicamente en el mundo (Wang *et al.*, 2004). Esto, debido a su explotación para la producción de vinos, para el consumo como fruta fresca y para la elaboración de jugos. En México, el total de hectáreas sembradas con uva en el 2011 fue de 28,675. El estado con mayor superficie tanto sembrada como cosechada fue Sonora con 19,870 ha (69% de la producción nacional) (SIAP, 2012); donde se cultivaron las variedades "Perlette", "Flame", "Sugraone" y "Red Globe", principalmente (AALPUM, 2012). Los cultivos de vid se ven constantemente alterados por la explotación y por diversos tipos de estreses, tanto

bióticos como abióticos, lo cual repercute en la calidad y nivel de producción. Es así, que se tiene que estar trabajando para preservar o mejorar su calidad, siendo necesaria la conservación de variedades de uva de interés agronómico. La conservación de especies requiere urgentemente de métodos *ex situ* eficientes y costo-efectivos para complementarlos con programas de preservación *in situ* (Touchell *et al.*, 2002). Sin embargo, las técnicas de conservación de vid no son muy eficientes para todas las especies y son susceptibles a cambios de temperaturas y enfermedades, es por ello que surge la necesidad de explorar métodos nuevos de conservación. La crioconservación es una alternativa muy eficiente para el almacenamiento de germoplasma por largos periodos y se basa en la detención de las funciones metabólicas por la disminución de la temperatura hasta -196°C . Sin embargo, el estrés oxidativo provocado por el congelamiento puede promover el incremento de radicales libres de oxígeno o especies reactivas de oxígeno (ERO) y daño celular. Los antioxidantes intracelulares evitan que las ERO causen un daño en los tejidos. La síntesis continua de las especies reactivas en el metabolismo sería incompatible con la viabilidad si no existieran los sistemas antioxidantes capaces de mantener bajas concentraciones intracelulares de las ERO. Los principales mecanismos antioxidantes enzimáticos son la acción de la superóxido dismutasa (SOD) y la catalasa (CAT), que se encuentran involucrados en la neutralización de las ERO permitiendo así una viabilidad celular adecuada. Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la actividad enzimática SOD y CAT en yemas de vid cv “Flame” sometidas a vitrificación-crioconservación.

Metodología

Se utilizaron yemas axilares de vid (*Vitis vinifera* L.) cv “Flame”. Se realizó la colecta de varetas de vid conteniendo 5 a 7 yemas axilares en la poda realizada en diciembre del 2012 en el viñedo “Casas Grandes”, ubicado en el kilómetro 40, por la carretera 36 Norte, en la Costa de Hermosillo, Sonora, México. Las varetas fueron seleccionadas al azar, se lavaron y desinfectaron con solución jabonosa conteniendo cloro comercial (NaOCl 1%) y posteriormente lavadas tres veces con agua. Posterior a esto, las varetas fueron colocadas en sustrato “Pro-Mix” humedecido y almacenadas a 20°C . Para realizar los tratamientos, de dichas varetas se disectaron las yemas axilares con ayuda de un bisturí.

Crioconservación: Las yemas axilares disectadas, se desinfectaron por 5 min en agitación con cloro comercial al 25% (1.3% de NaOCl) que contenía unas gotas de Tween 20. Se lavaron tres veces con agua destilada estéril, posteriormente se le adicionó benomilo 100 ppm por 3 min y se lavaron de nuevo con agua destilada estéril y después con etanol al 70% y finalmente con agua destilada estéril tres veces. Las yemas desinfectadas (n=5) fueron transferidas a criotubos de 2 mL (cinco replicas para cada tratamiento) y fueron colocadas en nitrógeno líquido (NL). Se realizó el primer muestreo antes de congelar las yemas (control sin congelamiento). Posteriormente los criotubos fueron directamente sumergidos en nitrógeno líquido, se realizó un muestreo al tiempo inicial al congelamiento (unos segundos) y otros almacenados por una hora, un día, una semana y un mes. Después de cada tratamiento de congelación, se tomó un muestreo sin descongelar y otro se descongeló en baño de agua a 37°C durante 3 min.

Vitrificación-Crioconservación: Las yemas fueron tratadas según el procedimiento descrito por Matsumoto *et al.*, (1995)

utilizando la Solución de Vitricación de Plantas N° 2 (PVS2) la cual contiene 30% (w/v) glicerol, 15% (w/v) etilen-glicol y 15% (w/v) dimetilsulfoxido en medio MS con 0.4 M sacarosa (pH 5.8) reportada por Sakai *et al.* (1990). Las yemas se desinfectaron igual como se describe en el proceso de crioconservación. Una vez desinfectadas fueron transferidas a criotubos de 2 mL (cinco replicas por tratamiento) a los cuales se les adicionó 1 mL de la solución PVS2 esterilizada mediante filtración y sus controles (sin PVS2). Se incubaron a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ en agitación durante 180 min. Después del tiempo de vitricación se realizó el primer muestreo antes de congelar las yemas (sin congelamiento). Posteriormente los criotubos fueron directamente sumergidos en nitrógeno líquido, se realizó un muestreo inicial, inmediato al congelamiento (unos segundos) y otros almacenados por una hora, un día, una semana y 1 mes. Después de cada tratamiento de congelación, se tomó un muestreo sin descongelar y otro se descongeló en baño de agua a 37°C durante 3 min. Después se retiró la solución PVS2 y las yemas se lavaron con agua destilada estéril.

Extracción Enzimática: Se utilizó 0.5 g de tejido los cuales se pulverizaron con nitrógeno líquido para formar un polvo, al cual se le adicionó 4 mL de buffer de fosfatos de potasio 0.1 M pH 6.8 conteniendo 200 mg de PVP y fluoruro-fenil-metil-sulfonil (PMSF). La mezcla se agitó y se centrifugó a 13,000 rpm por 10 min y el sobrenadante recuperado se centrifugó nuevamente a 13,000 rpm por 20 min. Se separó el sobrenadante del precipitado y éste extracto enzimático se utilizó para la determinación de la actividad enzimática de superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT). Todo el procedimiento de extracción se realizó a 4°C con cinco replicas para cada tratamiento (Ramírez-Serrano *et al.*, 2008).

Actividad de Superóxido Dismutasa (SOD): La actividad de SOD se determinó utilizando el método modificado de Beyer y Fridovich (1987). Se determinó la actividad catalítica, cuantificando la reducción del NBT por la SOD, la cual fue medida por el cambio de absorbancia a 550 nm en un espectrofotómetro UV-Visible Cary 50 marca Varian.

Actividad de Catalasa (CAT): La actividad de la enzima catalasa se determinó a 25°C de acuerdo al método descrito por Aebi (1984). Se determinó la actividad catalítica mediante el monitoreo del descenso de la absorbancia a 240 nm durante 1 min a 25°C en espectrofotómetro UV-Visible Cary 50 marca Varian.

Resultados

Actividad Enzimática SOD y CAT: En la figura 1 se muestran los resultados correspondientes a la actividad enzimática de catalasa en yemas de vid cv “Flame” sometidas a crioconservación y a vitricación-crioconservación a diferentes tiempos de almacenamiento, respectivamente. Se observa un decremento en la actividad de la enzimática en todos los tiempos de almacenamientos en la crioconservación respecto al control ($P < 0.05$), tanto para los tejidos con y sin descongelamiento ($38^\circ\text{C}/3$ min). No se detectaron diferencias entre ambos procesos ($P > 0.05$). Este comportamiento nos muestra el efecto que tiene el congelamiento sobre la actividad de catalasa, independientemente del tiempo de almacenamiento en NL. Datos similares fueron reportados por Taylor *et al.*,

(1974) que expusieron al maíz a temperaturas de 10°C por 1 y 3 días, y obtuvieron que conforme aumentaban los días de exposición iba en decremento la actividad de catalasa.

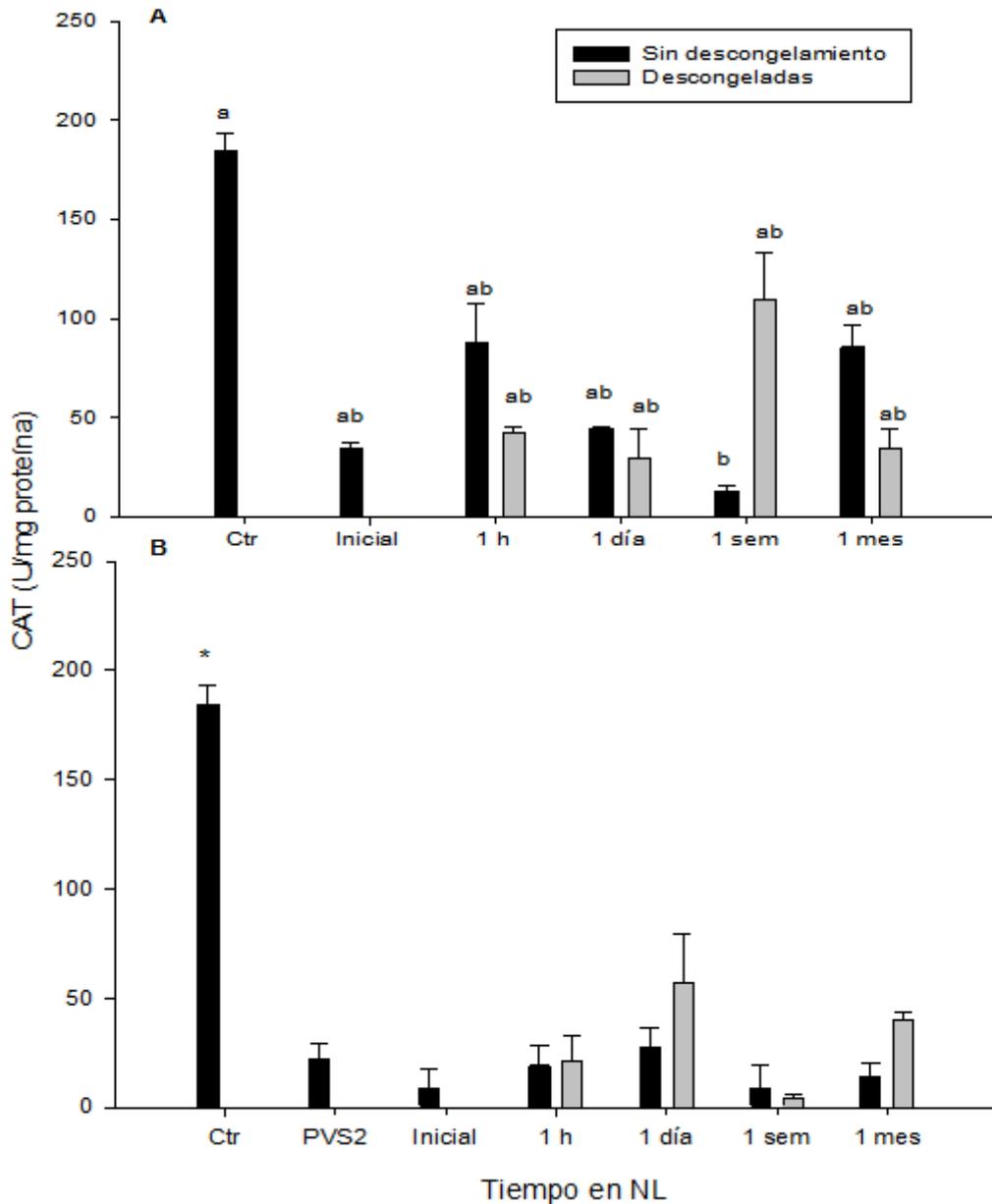


Figura 1. Actividad enzimática catalasa (U/mg proteína) en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.) cv "Flame" crioconservadas (A) y vitrificación-crioconservación (B). Ctr: yemas axilares sin ningún tratamiento, PVS2: sometido a la solución crioprotectora, Inicial: unos segundos en NL, 1 hora, 1 día, 1 semana y 1 mes de almacenamiento en NL. En color negro es sin el proceso de descongelamiento y en color gris las yemas con descongelamiento (37°C/3min). Las barras indican la media \pm error estándar. Las literales indican diferencias entre tratamientos de acuerdo con Tukey-kramer ($P < 0.05$).

En la Figura 1A, se encuentran las yemas vitrificadas-crioconservadas con los tratamientos con o sin descongelamiento. No se detectaron efectos significativos ($P > 0.05$) en la actividad de CAT por el proceso de aplicación de calor para la descongelación. Por otro lado, la actividad de catalasa disminuyó drásticamente con respecto a las yemas control ($P < 0.05$). Sin embargo, comparando la actividad enzimática de CAT en las yemas crioconservadas (Figura 1A) contra las vitrificadas (Figura 1B), se muestra un decremento de su actividad, pudiéndose inferir la solución crioprotectora (PVS2) disminuyó el estrés oxidativo.

En la figuras 2, se muestra la actividad de superóxido dismutasa en yemas de vid cv "Flame" sometidas a crioconservación y a vitrificación-crioconservación a diferentes tiempos del almacenamiento, respectivamente. No se observan diferencias ($P > 0.05$) entre la actividad enzimática SOD en las yemas crioconservadas tratadas con y sin descongelación ($37^{\circ}\text{C}/3$ min) (Figura 2A). Estos datos son similares a los obtenidos por Wen *et al.* (2010) en embriones de maíz en donde también disminuyó la actividad de SOD al aplicar el congelamiento.

En los tejidos vitrificados-crioconservados (Figura 2B) la actividad de SOD también se vio influida por efecto al tiempo en NL ($P < 0.05$) y respecto al control se mostró un decremento en la actividad enzimática de SOD.

Comparando la actividad enzimática de SOD en las yemas crioconservadas (Figura 2A) contra las vitrificadas (Figura 2B), se muestra un decremento de su actividad, por lo cual se deduce que la solución crioprotectora (PVS2) reduce el estrés oxidativo, reflejándose en la disminución en la actividad de SOD.

Las enzimas CAT y SOD son consideradas enzimas clave para mantener las condiciones fisiológicas normales, neutralizando el estrés oxidativo (Ashraf y Ali, 2008). En el proceso de crioconservación el grado de estrés producido en las yemas es considerable, lo cual se vio reflejado en el aumento en la actividad enzimática en tanto para CAT como para SOD en comparación con las vitrificadas, donde el uso de los crioprotectores ayudaron a mantener la estabilidad normal de las células. Otro punto de importancia en el proceso de esta metodología, es en lo referente a la aplicación o no de un descongelamiento con calor después de la crioconservación y/o vitrificación, en donde no se encontraron efectos significativos en la actividad enzimática ($P > 0.05$) en todos los casos.

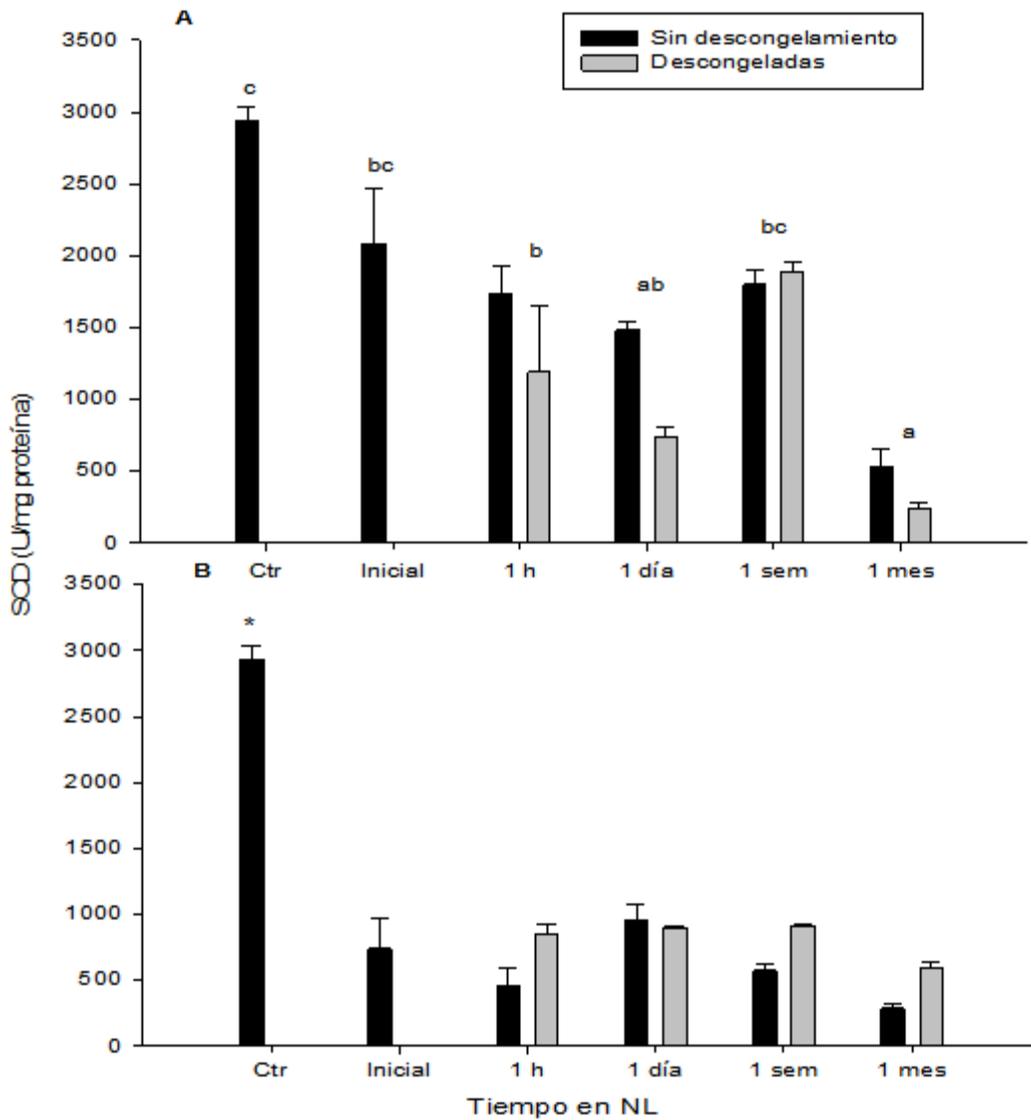


Figura 2. Actividad enzimática superóxido dismutasa (U/mg proteína) en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.) cv “Flame” crioconservadas (A) y vitrificadas-crioconservadas (B). Ctr: yemas axilares sin ningún tratamiento, Inicial: unos segundos en NL, 1 hora, 1 día, 1 semana y 1 mes de almacenamiento en NL. En color negro son sin el proceso de descongelamiento y en color gris las yemas con descongelamiento (37°C/3min). Las barras indican la media \pm error estándar. Las literales indican diferencias entre tratamientos de acuerdo con Tukey-kramer ($P < 0.05$).

Conclusión

El proceso de vitrificación-crioconservación en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.) del cultivar "Flame" causó varios cambios a nivel bioquímico, mediante la disminución en la actividad de SOD y CAT como respuesta al estrés ocasionado por este tratamiento, lo cual indica que la vitrificación-crioconservación ejerció un efecto positivo sobre la protección fisiológica de estos tejidos.

Bibliografía

- Aebi H. (1984). Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymology*. 105:121-126.
- Beyer Jr W. F. y Fridovich I. (1987). Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions. *Analytical biochemistry*, 161:559-566.
- Ramírez-Serrano R., Larrinaga-Mayoral J., Murillo-Amador B., Hernández-Saavedra N., Fujiyama H. (2008) Respuesta antioxidante enzimática en frutos de chile ancho (*capsicum annum* l.) bajo condiciones de estrés salino. *Interciencia* 33: 377-383.
- Taylor A. O., Slack C. R., McPherson H. G. (1974) Plants under climatic stress VI chilling and light effect on photosynthetic enzymes of sorghum and maize. *Plant Physiology* 54:696-701
- Touchell D., Chiang V., Tsai C. (2002). Cryopreservation of embryogenic cultures of *Picea mariana* (black spruce) using vitrification. *Plant Cell Reports* 21:118-124.
- Wang Q., Mawassi M., Sahar N., Li P., Colova-Tsolova V., Gafny R., Sela I., Tane E., Perl A. (2004). Cryopreservation of grapevine (*Vitis* spp.) embryogenic cell suspension by encapsulation-vitrification. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 77:267-275
- Wen B., Wang R., Cheng H., Song S. (2010). Cytological and physiological changes in orthodox maize embryos during cryopreservation. *Protoplasma* 239:57-67.

ARTÍCULO 25.
ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRA ALIMENTARIA OBTENIDA DE BAGAZO DE ZANAHORIA (*Daucus carota L.*) SOBRE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE UN TIPO DE GALLETA ELABORADA CON HARINA DE TRIGO.

Mexicano Santoyo L., Arroyo Figueroa G., Trujillo Santoyo A., Saavedra Medina F. y
Herrera Méndez C.

Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías,
Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato. Privada de Arteaga S/N, C.P.
38900 Salvatierra, Gto. 01 (466) 6633413, caherhe_23@hotmail.com

Palabras clave: Alimento funcional, galleta, fibra.

Introducción. En la actualidad podemos observar gran cantidad de problemas en salud de las personas debido a los alimentos que consumen o a que estos no cuentan con los nutrientes necesarios. Por tal motivo es preciso buscar alternativas para la elaboración productos y/o alimentos funcionales que actúen sobre una o varias funciones específicas del organismo. La fibra es un ejemplo de estos componentes que pueden contribuir en la elaboración o desarrollo de “alimentos funcionales”.

La fibra dietética se define como cualquier componente de la dieta alimenticia, que llega hasta el colón sin ser absorbida en el intestino delgado de una persona sana, pero que es parcial o totalmente fermentada en el intestino grueso por acción de microorganismos allí presentes y que producen efectos fisiológicos típicos [1]. Consta de dos fracciones: La fibra insoluble que es escasamente fermentada y tiene un marcado efecto de laxante y regulador intestinal. La fibra soluble es fermentada en el colón, favoreciendo el desarrollo de la flora intestinal, la velocidad del tránsito intestinal y disminuyendo la concentración sanguínea de colesterol y glucosa [2].

Los requerimientos nutricionales concernientes al contenido de fibra dietaria en los alimentos que están aprobados por la FDA, están divididas en tres categorías:

- Alto en fibra desde 5 g de fibra por porción.
- Buena fuente de fibra: contiene desde 2.5 hasta 4.9 g de fibra de por porción.
- Malo en fibra: contiene menos de 2.5 g de fibra por porción.

Hoy en día existe un gran interés en nuevas fuentes de fibra dietética en concentraciones comparables a las que se hallan en concentrados de subproductos de cereales y leguminosas (salvado de trigo, arroz, avena, etc.) [2].

La zanahoria (*Daucus carota L.*) ha sido considerada uno de los vegetales que presentan los mayores contenidos de fibra dietética natural [3]. Por su contenido de fibra dietaria total (3.4 g de fibra por cada 100g) [4], la fibra de zanahoria es importante para la salud humana presentando buenas propiedades para su incorporación en alimentos funcionales [5].

La fibra no es considerada un nutriente pero puede prevenir o aliviar diversas enfermedades como el estreñimiento, debido a que la fibra facilita la defecación; evita la

aparición de pequeñas bolsas en las paredes del colon (diverticulosis); ayudan a controlar la obesidad debido a que los alimentos ricos en fibra poseen menos calorías en el mismo volumen del alimento y facilitando la ingestión de menor cantidad de alimento produciendo rápidamente la sensación de saciedad; influye negativamente en la aparición de cáncer de colon y recto; la fibra mejora el control de la glucemia, disminuyendo la hiperinsulinemia y las concentraciones plasmáticas de lípidos en los diabéticos tipo 2 y la ingesta de fibra proporciona una menor absorción de colesterol, lo que conlleva a la prevención y tratamiento de las afecciones caracterizadas por niveles elevados de colesterol en sangre.

Por otro lado, las actividades agroindustriales generan desperdicios que pueden ser reincorporados a la cadena alimenticia previo tratamiento físico-químico. Los desperdicios de mercados (cáscaras de cítricos, bagazos de verduras), como el que se utilizará en este trabajo (bagazo de zanahoria), que por su contenido en fibra alimentaria puede ser una fuente importante de este componente para ser incorporado en otros productos alimenticios.

Considerando que la zanahoria es rica en contenido de fibra alimentaria y la necesidad de alimentos funcionales, se desea incorporar un componente de esta hortaliza (fibra) a una galleta de harina de trigo. Lo que se pretende con este trabajo es enriquecer dicha galleta mejorando su contenido logrando la aceptabilidad de la misma como el producto original pero con mayores propiedades funcionales. Por lo tanto este trabajo presenta una alternativa al innovar un producto que proporcione beneficios en su consumo y que contenga características propias que lo distingan; así como la utilización de un subproducto (bagazo) que es considerado un desperdicio por los consumidores y el cual puede ser una buena fuente de un complemento alimenticio.

Metodología. Proceso de elaboración de un tipo de galleta de harina de trigo enriquecida con fibra obtenida como un subproducto (bagazo) en la producción de jugo de zanahoria.



Descripción del proceso:

Recepción de materia prima. En esta operación se lleva a cabo una inspección visual del producto, para verificar que las materias primas no contengan algún material contaminante ni han sido adulteradas e incluyen la revisión de las características físicas del ingrediente verificando su fecha de producción y vencimiento.

Obtención de la fibra alimentaria de zanahoria. Esta actividad es mediante la

recolección de material sobrante de residuos sólidos, proveniente de negocios de procesamiento de jugo de zanahoria. Se debe proceder primero a eliminar microorganismos patógenos por medio de tratamiento de esterilización ($T=121^{\circ}\text{C}$, $t=15\text{min}$). Posteriormente, el material sólido del bagazo se seca en estufa a dos temperaturas controladas de $T=105^{\circ}\text{C} / 5\text{ h}$ y $50^{\circ}\text{C} / 9\text{ h}$. y molido posteriormente con un molino de tornillo sinfín pasado por un tamiz de 2 mm.

Formulación. La formulación utilizada para la elaboración de la galleta está basada en una ya existente en la ciudad de Salvatierra, Gto. elaborada tradicionalmente, la cual será modificada conforme a lo que se plantea en el presente proyecto.

Pesado. Se pesan las materias primas e insumos de acuerdo a la formulación.

Mezclado y amasado. Es la operación donde se incorporan todos los ingredientes teniendo en cuenta que se mezclen adecuadamente cada uno de ellos.

Moldeado. En este proceso, se trata de estirar la masa hasta un espesor homogéneo y se cortan con un molde cilíndrico (4.5 cm de circunferencia por 2.5 cm de altura).

Horneado. Las galletas se hornean a $180^{\circ}\text{C} / 15\text{ min}$.

Enfriado. Se deja enfriar a temperatura ambiente durante una hora.

Empaquetado La galleta es colocada en bolsa de celofán de 18x8 cm.

Almacenado. Ya empaquetado el producto se almacena en un cuarto con temperatura controlada ($T=15-20^{\circ}\text{C}$).

Se llevarán a cabo diferentes pruebas sensoriales (olor, color, sabor, textura) a través de pruebas hedónicas para ver la aceptabilidad de este nuevo producto por la población.

Resultados y discusión. Se realizaron las pruebas con un panel de 50 jueces no entrenados. Las **tablas 1, 2, 3 y 4** muestran los resultados obtenidos para los diferentes atributos organolépticos para el secado llevado a cabo a $105^{\circ}\text{C} / 5\text{ h}$. Con respecto al olor se puede observar que la formulación con 5 % y 30 % obtuvieron un porcentaje mayor muy agradable con respecto al control, pero igualmente se observa que el 10 % de los panelistas otorgaron un valor de desagradable a la formulación del 30 %. El atributo del olor en general está en un rango del 20-69 % entre muy agradable y agradable por lo que se puede decir que el olor es aceptable por los panelistas. Con respecto al atributo color todos los porcentajes de harina de zanahoria utilizados presentan valores bajos con respecto al control, mostrando la formulación del 10 % el valor más alto con respecto a las otras formulaciones, las formulaciones 20 y 30 % presentan valores para la escala de desagradable, y el control y 5 % presentan valores para desagradable y muy desagradable, el rango entre agradable y regular es entre 50-29 %, por lo que se puede decir que el color es aceptable por los panelistas. El atributo del sabor presenta valores de malo para las formulaciones de 10 y 30 %, todas las formulaciones presentan valores bajos en la escala de bueno con respecto al control, la formulación 20 % es la mejor aceptada con respecto al sabor. La textura de las galletas en las diversas formulaciones es aceptada por los panelistas, presentando la formulación 30 % la máxima dureza según los panelistas no entrenados. Después de ser analizados por los panelistas todos los atributos de color, olor, textura, sabor de la galleta enriquecida con fibra alimentaria de zanahoria, se analizó la aceptabilidad en general, para lo cual se dieron como respuesta SI o NO. El mayor porcentaje fue 90 % dando como respuesta SI a la formulación del 5 % (resultados no mostrados).

Tabla 1. Resultados con respecto al atributo OLOR

Escala (%) [%]	Muy agradable	Agradable	Regular	Desagradable	Muy desagradable
0	29	69	2	0	0
5	30	66	4	0	0
10	25	69	0	6	0
20	20	49	31	0	0
30	30	58	2	10	0

Tabla 2.- Resultados con respecto al atributo COLOR

Escala (%) [%]	Muy agradable	Agradable	Regular	Desagradable	Muy desagradable
0	31	65	0	2	2
5	18	60	20	2	0
10	24	50	26	0	0
20	14	51	29	6	0
30	20	50	24	6	0

Tabla 3.- Resultados con respecto al atributo SABOR

Escala (%) [%]	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
0	29	71	0	0	0
5	34	46	16	4	0
10	29	51	0	20	0
20	22	46	30	2	0
30	16	56	0	26	2

Tabla 4.- Resultados con respecto al atributo TEXTURA

Escala (%) [%]	Muy suave	Suave	Regular	Dura	Muy dura
0	29	59	0	12	0
5	14	52	28	6	0
10	37	59	0	4	0
20	20	52	28	0	0
30	14	54	0	30	2

Las **tablas 5, 6, 7 y 8** muestran los resultados obtenidos para los diferentes atributos organolépticos para el secado llevado a cabo a 50 °C / 9 h. Con respecto al olor se puede observar que el rango de muy agradable y agradable va del 18-72 %, lo cual es aceptable, tomando en cuenta que la formulación del 30 % presenta un valor alto con respecto a las otras formulaciones en la escala de desagradable. Con respecto al atributo color la formulación del 30 % presenta un valor alto con respecto a las otras formulaciones en desagradable, pero el rango entre muy agradable y agradable para todas las formulaciones va de 14-65 %, lo cual se puede decir que el color es aceptable por los panelistas. El atributo del sabor presenta valores de malo para la formulación de 10 %, todas las formulaciones presentan valores en la escala de muy agradable y agradable entre 18-60 %, lo cual es aceptable por los panelistas. La textura de las galletas en las diversas formulaciones es aceptada por los panelistas, presentando la

formulación 30 % la máxima dureza según los panelistas no entrenados. Se analizó la aceptabilidad en general. El mayor porcentaje fue 84 % dando como respuesta SI a la formulación del 5 % (resultados no mostrados).

Tabla 5.- Resultados con respecto al atributo OLOR

Escala (%) [%]	Muy agradable	Agradable	Regular	Desagradable	Muy desagradable
0	29	69	2	0	0
5	26	50	24	0	0
10	18	72	2	8	0
20	22	44	30	4	0
30	16	64	0	18	2

Tabla 6.- Resultados con respecto al atributo COLOR

Escala (%) [%]	Muy agradable	Agradable	Regular	Desagradable	Muy desagradable
0	31	65	0	2	2
5	14	51	24	6	0
10	18	64	2	16	0
20	20	50	24	6	0
30	18	44	0	38	0

Tabla 7.- Resultados con respecto al atributo SABOR

Escala (%) []	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
0	29	71	0	0	0
5	18	48	28	6	0
10	20	60	2	18	0
20	28	29	35	6	2
30	8	54	34	2	2

Tabla 8.- Resultados con respecto al atributo TEXTURA

Escala (%) []	Muy suave	Suave	Regular	Dura	Muy dura
0	29	59	0	12	0
5	10	46	34	10	0
10	32	54	2	12	0
20	16	36	26	20	2
30	20	48	0	26	6

Conclusiones. Al incrementar la concentración de fibra la galleta va tomando una textura de polvorón y la masa es más quebradiza. El color varía dependiendo la formulación y la temperatura de secado (105 °C o 50 °C). La galleta es aceptada de manera general pero resultando la de mejor aceptación la formulación del 5 % para las dos temperaturas de secado del bagazo para la obtención de harina de zanahoria. Existen parámetros tales como el olor y el color en los que se observó cierto desagrado de parte de los jueces no entrenados en las galletas de mayor cantidad de harina de zanahoria en la formulación, los cuales pueden ser mejorados agregado aditivos para una mayor aceptabilidad. El aspecto y forma de la galleta puede ser mejorada añadiendo otro ingredientes y cambiando la forma de la misma para hacerla más atractiva.

En base a los resultados podemos decir que la galleta enriquecida con fibra zanahoria puede ser una opción para el consumidor en general debido a que se cumplen los atributos más específicos y aportando un elemento a la alimentación como es la fibra en beneficio del organismo.

Bibliografía

- [1] Horiuela M. Danitza y Matos C. Alfredo 2011/Propiedades de la fibra dietética/ I Congreso Nacional de Investigación/ Universidad Peruana/Pdf.
- [2]{Artículo electrónico} recuperado el día 13 de marzo del 2013, 9:07pm/ disponible en: <http://papiros.upeu.edu.pe/bitstream/handle/123456789/182/CIn35Articulo.pdf?sequence=1>
- [3] Ronald M. y Emperatriz P. Delahaye 1998/ Elaboración de pastas alimenticias por sustitución de la harina de trigo con harina de zanahoria (*Daucus carota L.*) y remolacha (*Beta vulgaris L.*) fuentes de fibra dietética y carotenos/ Universidad Central de Venezuela/ Facultad de Agronomía.
- [4] Artículo electrónico} recuperado el día 19 de marzo del 2013, 2:030pm/ disponible en: <http://www.plantasquecura.com/plantas-med>.
- [5] Chávez R. Yanet *, Flores T. Lilia, Gallardo N. Yoja / Elaboración de Alimentos a Base de Fibra de Zanahoria por el Proceso de Extrusión/ Departamento de Graduados e Investigación de Alimentos/ Instituto Politécnico Nacional.
- [6] Scrimshaw, Nevin/ La fortificación de alimentos: una estrategia nutricional indispensable/food fortification: indispensable nutritional strategy.

ARTÍCULO 26.
**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN SOBREPESO Y OBESIDAD PARA
PREESCOLARES Y PERSONAL DE ESTANCIAS INFANTILES DEL SUR DE
SONORA.**

López Gurrola M. A., Rentería Mexía A. M., Ulloa Mercado R. G. y Gortáres Moroyoqui P.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.
Ave. Antonio Caso s/n. Fracc. Villa ITSON. Cd. Obregón, Sonora, México. C.P. 85130.
Tel. 644-4109000 ext. 1741. ana.renteria@itson.edu.mx

Palabras clave: Sobrepeso, Obesidad, nutrición infantil.

Introducción. La infancia es considerada una etapa fundamental en la formación del ser humano para su crecimiento y desarrollo. El cambio de los patrones de alimentación y el estilo de vida de los últimos años ha generado un estallido mundial de la prevalencia de obesidad infantil, por lo cual es importante brindar una correcta orientación (1). El problema del sobrepeso y la obesidad ha llegado a tal punto que se considera la epidemia del siglo XXI en el mundo. El problema inicia desde los primeros años de vida, debido a los hábitos inadecuados de alimentación, la escasa actividad física, y a los factores genéticos, principalmente (2). El objetivo fue evaluar la disminución de sobrepeso y obesidad mediante un programa integral de capacitación y estrategias de alimentación a preescolares, padres de familia y responsables de estancias infantiles en municipios del Sur de Sonora.

Metodología. La planeación y capacitación para el proyecto se llevó a cabo aplicando la metodología de Rentería et al. (2009) (3). El programa se implementó en cinco estancias infantiles de los municipios de Cajeme, Benito Juárez (BJ) y San Ignacio Rio Muerto (SIRM) durante Agosto-2011 a Septiembre-2012, evaluándose 69 preescolares (en 2011) y 34 preescolares (en 2012) con los indicadores puntajes Z peso para edad (Zpe), talla para edad (Zte) y peso para talla (Zpt), según criterios de la OMS (4) y comparando con los puntos de corte del CDC (2000) (5). El desayuno y/o comida en las estancias antes y después de la intervención, se evaluaron con el método registro pesado de alimentos (6), y caracterizando los nutrimentos con tablas de composición de alimentos del software Nutrisys (v1.0, ITSON), comparándose con las IDR para población infantil mexicana (7, 8). Se realizaron evaluaciones a la infraestructura del área de cocina, los métodos de procesamiento de alimentos, la compra y almacenamiento de alimentos, las buenas prácticas de cocinado y capacitación del personal de cocina; así mismo se caracterizaron cualitativamente los menús en cada estancia. El programa de capacitación en sobrepeso y obesidad consistió en la implementación de talleres de alimentación y actividad física dirigidos a los preescolares, talleres de alimentación y nutrición infantil para padres de familia y personal de las estancias, así como un taller para la demostración de videos diseñados por los alumnos de Lic. en Tecnología de Alimentos participantes del proyecto, que incluían las necesidades detectadas, para las responsables de cada estancia.

Resultados y discusión. En general las prevalencias de sobrepeso y obesidad aumentaron después de la intervención, excepto el sobrepeso clasificado por Zpt cuya prevalencia disminuyó. Según el indicador Zpe, tanto al inicio y al final de la intervención, mostró una mayor prevalencia en sobrepeso (antes 15.94% y después 17.65%, figura 1).

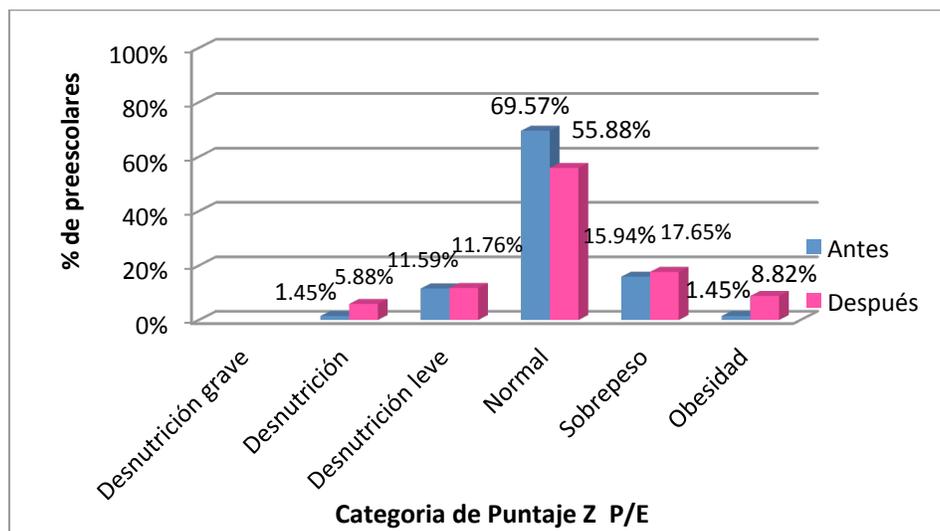


Figura 1. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Z P/E (n= 103).

Con respecto al indicador Zpt, en la figura 2 se muestra que la prevalencia de sobrepeso disminuyó notoriamente después de la intervención. Este fue el único valor que mejoró al disminuir el sobrepeso un 8.5%, aunque la prevalencia de obesidad aumentó un 4.5%. Con respecto al puntaje Zte (figura 3), se muestra una mayor prevalencia de talla ligeramente alta, lo cual coincide con lo reportado en nuestra zona geográfica en el Norte del país.

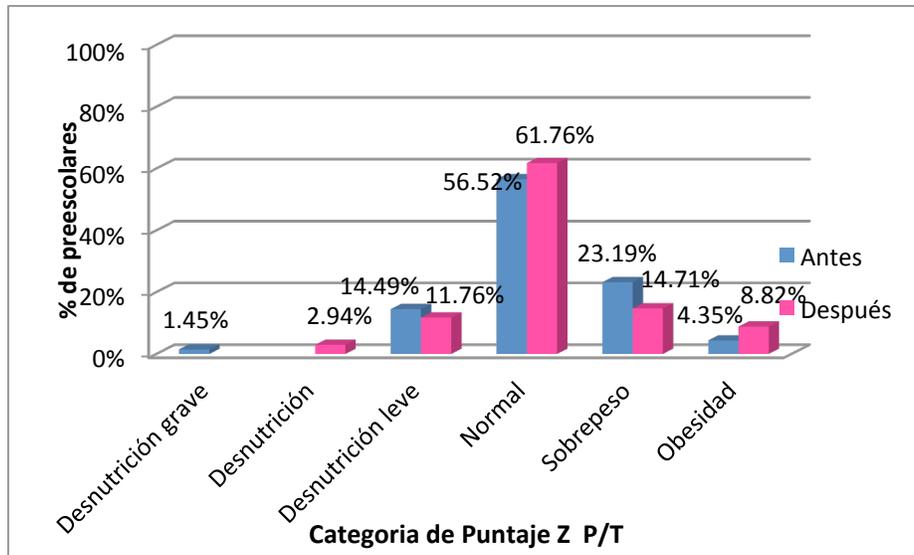


Figura 2. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Z P/T (n= 103).

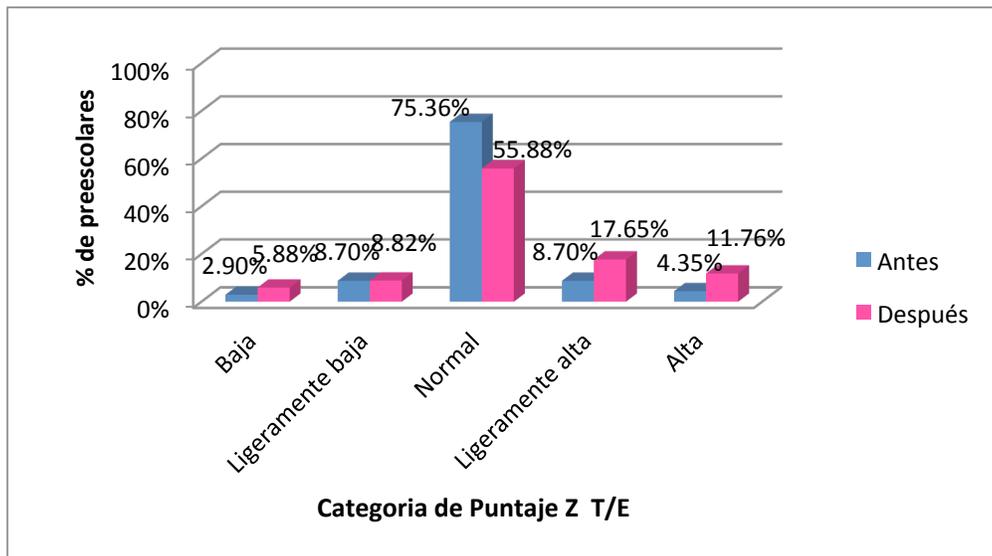


Figura 3. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Z T/E (n= 103).

En las figuras 4 y 5 se muestra la distribución energética en cuanto al porcentaje de Valor Energético Total (%VET) por macronutrientes antes y después de la intervención, respectivamente. En general, la dieta antes de la intervención fue alta en proteína y lípidos, pero baja en hidratos de carbono, es posible que el consumo elevado de proteína se debió a la alta frecuencia de consumo de frijoles, tortilla, huevos, leche y en menor proporción a la carne de res, por los preescolares del presente estudio. Sin embargo en los menús evaluados después de la intervención el consumo de hidratos de carbono aumentó y el de lípidos disminuyó, mientras que el consumo proteico siguió elevado (aunque en menor proporción). Este comportamiento del consumo proteico ya ha sido reportado frecuentemente en población Sonorense.

En cuanto a las condiciones de higiene y cocinado antes y después de la intervención, las estancias se encontraron deficientes en capacitación y área de proceso, así como en compra y almacenamiento de alimentos. En la tabla 1 se muestra la conformidad de los menús ofrecidos antes y después de la intervención, se observa que las estancias se encontraron deficientes en la preparación de platillos.

Respecto al programa de capacitación, en la tabla 2 se muestra la calificación promedio de los preescolares según sus preferencias y actitudes. Se obtuvieron conocimientos favorables sobre hábitos alimentarios saludables por preescolares. El nivel de conocimientos de los padres de familia durante la impartición de los talleres educativos se señala en la tabla 3, en la evaluación final todas las estancias mejoraron el promedio de calificaciones en los talleres impartidos. La única estancia que participó en el programa de capacitación fue Cajeme 1. La responsable de la estancia mostró 86% de conocimiento en la evaluación inicial sobre los temas impartidos, pero en la evaluación final mejoró notablemente, ya que el porcentaje aumentó un 14% logrando cumplir con el 100%.

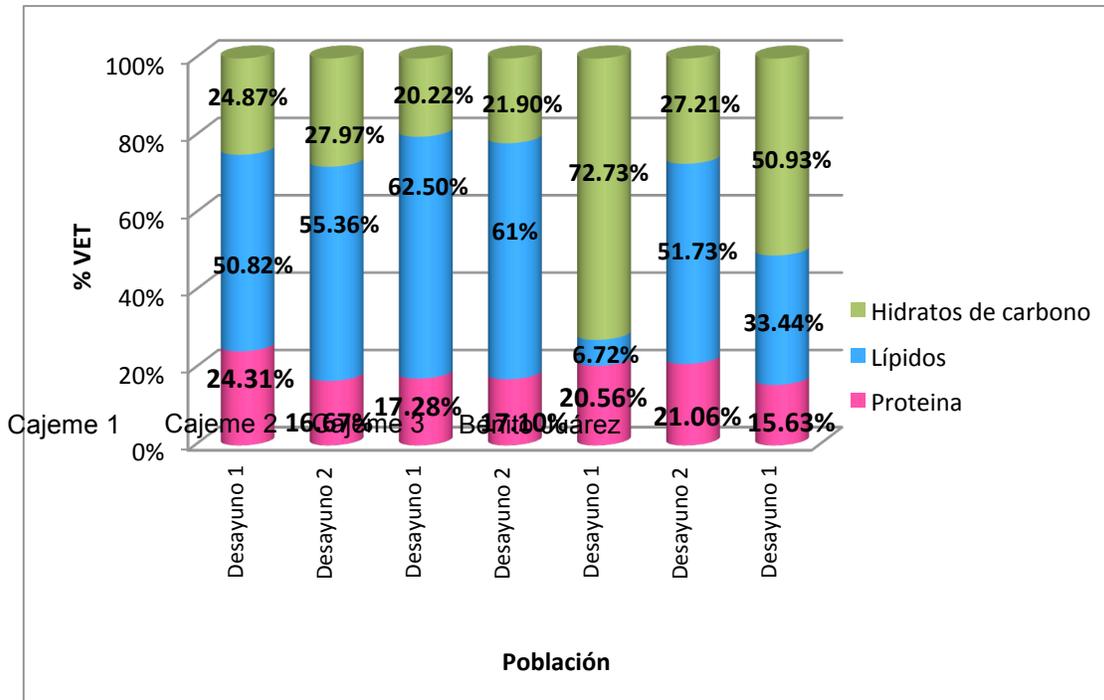


Figura 4. Distribución energética (%VET) por macronutrientes de menús evaluados antes de la intervención.

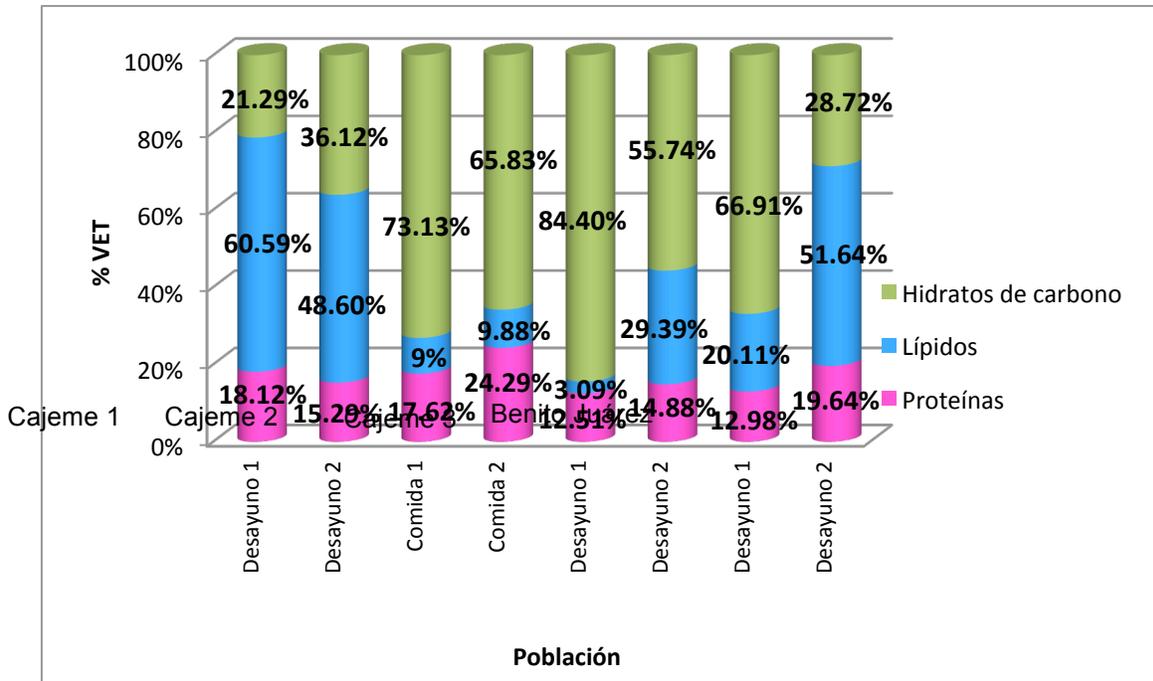


Figura 5. Distribución energética (%VET) por macronutrientes de menús evaluados después de la intervención.

Tabla 1. Conformidad de los menús ofrecidos antes y después de la intervención.

	Cajeme 1		Cajeme 2		Cajeme 3		Benito Juárez		SIRM	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1. Menús establecidos por DIF	5	5	5	5	5	6	2	6	4	5
2. Preparación de los platillos	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
3. Cumplimiento con los requerimientos nutricionales	8	9	8	8	8	7	8	10	5	7
4. Condiciones de consumo	8	9	9	10	10	10	6	9	9	10
Núm de ítems en conformidad	24/29	26/29	25/29	25/29	25/29	25/29	19/29	28/29	20/25	24/29
Total % de conformidad^a	83%	90%	86%	86%	86%	86%	66%	97%	70%	83%

^aNúm. de ítems en conformidad/total de ítems (29).

Tabla 2. Calificación promedio de los preescolares según sus preferencias y actitudes, al final de la intervención educativa.

Ítems	Promedio de calificaciones				
	Cajeme 1	Cajeme 2	Cajeme 3	Benito Juárez	SIRM
1. Consumo de refrigerio saludable	4	*NE	4	4	5
2. Identificación y consumo de frutas y verduras	3	*NE	4	2	4
3. Realiza bailes y juegos	3	*NE	3	3	4
Numero de ítems promedio	10	*NE	11	9	13
Calificación promedio (%)^a	66.66%	*NE	73.33%	60%	86.66%

^aPromedio núm. de ítems por preescolares/total de ítems (15)

*NE: No evaluado

Tabla 3. Nivel de conocimientos de los padres de familia durante la impartición de los talleres educativos.

Taller	Promedio de calificaciones									
	Cajeme 1		Cajeme 2		Cajeme 3		Benito Juárez		SIRM	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
1. Desnutrición, obesidad y relación con alimentación infantil	*NE	*NE	*NE	*NE	92	87	63	76	81	76
2. Plato del bien comer.	56	67	57	67	69	74	40	73	60	*NE
3. Necesidades nutrimentales y alimentación saludable en la etapa infantil.	86	96	92	86	80	94	62	75	70	72
4. Consecuencias de una mala alimentación en el preescolar.	90	87	*NE	*NE	89	91	*NE	*NE	62	88

*NE: No evaluado.

Conclusiones. El impacto del programa fue menor del esperado, ya que el sobrepeso y obesidad aumentaron al final de la intervención, excepto el sobrepeso clasificado por Zpt que disminuyó. Es por ello que urge implementar medidas encaminadas a corregir los hábitos y el estilo de vida de los preescolares. En el caso de los menús evaluados la mayoría se encontraron bajos en el aporte energético y altos en el aporte proteico, así mismo las estancias se encontraron deficientes en diversas áreas del procesado de alimentos. Al llevar a cabo la intervención educativa alimentaria en preescolares se detectó deficiencia en la identificación y consumo de frutas y verduras, por lo tanto, es necesario implementar programas para reforzar dichos conocimientos mediante actividades didácticas creativas. Respecto a los padres de familia, las estancias Benito Juárez y San Ignacio Rio Muerto obtuvieron calificaciones menores a las del municipio de Cajeme, tanto antes como después de la intervención. Por último, sólo se tuvo la participación de la estancia Cajeme 1 en la capacitación de responsables, por lo que la falta de participación del personal de las estancias en las intervenciones es un factor crítico que debe contrarrestarse. Por lo anterior, se recomienda educar a la población infantil sobre la importancia de una alimentación adecuada, así como fomentar la actividad física como una práctica cotidiana que se realice en forma agradable, sencilla y eficiente. Con ello se crearía mayor conciencia en el autocuidado de la salud, conservando en el preescolar un peso adecuado para evitar sobrepeso u obesidad y contribuir a la prevención y control de muchas enfermedades.

Bibliografía

- (1) Pérez, E., Sandoval, M., Schneider, S., y Azula L. (2008). Epidemiología del sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes. *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina*, 179: 16-30.
Hernández-Álvarez, G. (2011). Prevalencia de sobrepeso y obesidad, y factores de riesgo, en niños de 7-12 años, en una escuela pública de Cartagena septiembre- octubre de 2010. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. pp. 17-51.
- (2) Rentería A.M., Ahumada Y.G., Gassós L.E., Santos Coy I.E., Estrada M. I., Cira L.A., Ruiz S. y Holguín R. (2009). Desarrollo de la Competencia Nutrición Preventiva de alumnos de la Licenciatura en Tecnología de Alimentos a través de un Proyecto Multidisciplinario en Estancias Infantiles del Sur de Sonora (Cap. V). En Del Hierro E., González M. y Velarde M. (Comp.). *Alianzas para el desarrollo*. Pp. 9-18. México: ITSON.
- (3) World Health Organization. 1995. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*.854:1-452.
- (4) Center for Disease Control and Prevention. 2000. Use and Interpretation of the CDC Growth Charts. Consultado el 20/08/2009 de <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/growthcharts/resources/growthchart.pdf>
- (5) Sanjur, D. y Rodríguez, M. (1997). Evaluación de la Ingesta Dietaria: Aspectos selectos en la colección y análisis de datos. División de Ciencias Nutricionales. Programa de Nutrición Comunitaria. Colegio de Ecología Humana. Cornell University.
- (6) Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2001. Ingestión diaria recomendada (IDR) de energía para la población mexicana. Consultado el 20/07/2012 de <http://quetzal1.innsz.mx/docs/idren.pdf>
- (7) Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2001. Ingestión diaria recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos para la población mexicana. Consultado el 20/07/2012 de <http://quetzal1.innsz.mx/docs/idrinn.pdf>

EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN CARNE CONGELADA DE CORDERO PRODUCIDO EN EL ESTADO DE SONORA.

EVALUATION OF TWO METHODS FOR DETERMINATION OF WATER HOLDING CAPACITY IN FROZEN MEAT FROM LAMB PRODUCED IN SONORA STATE.

De la Fuente Alvarado M.¹, Diaz Tenorio L. M.¹, Gassós Ortega L. E.¹, Rivera Acuña F.², Hernández Chávez J. F.^{2*}

¹ Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, ²Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ITSON. Av. Antonio Caso S/N Colonia Villa ITSON. Cd. Obregón, Sonora. Tel (644) 4109000.

*Correspondencia del autor email: juan.hernandez@itson.edu.mx

Resumen

Actualmente, la exigencia del consumidor es cada día mayor, ya que demanda alimentos inocuos y con una calidad organoléptica esperada según el alimento. Un indicador de estas características es la capacidad de retención de agua (CRA), el objetivo del trabajo fue comparar dos métodos para la cuantificación del porcentaje de capacidad de retención de agua en muestras cárnicas congeladas de ovinos. Uno de los métodos empleados fue de placas de plexi-glass con diferentes pesos de presión (5 y 10 kg) y de otro usando un la fuerza centrifuga. Los resultados obtenidos de %CRA en la carne (por triplicado), fueron para los métodos de plexi-glass utilizando 10 kg de peso de presión fue de 87.75 ± 1.21 (n=24). Con el método de centrifugación, fueron de 67.07 ± 3.95 (n=20). La metodología que ofreció mejores resultados por practicidad, fue la de compresión utilizando 10 kg de peso durante 10 min.

Palabras claves: CRA, Calidad, Carne, Borregos

Introducción

La calidad de la carne de ovino, está dentro de los estándares a nivel mundial, por sus atributos de los cuales destacan: la terneza, baja cantidad grasas y sabor. Los atributos de calidad de la carne como el pH, color, capacidad de retención de agua (CRA), propiedades de textura, olor, gusto y la mayoría de los aromas percibidos durante la masticación, no pueden considerarse independientes, ya que todas están relacionadas entre sí y su interacción proporciona las características globales de la carne (Castrillón *et al.*, 2007). En México la calidad de la carne fresca es muy variable, y los procedimientos implementados para su estandarización son mínimos, con excepción de los aspectos sanitarios que se exigen por ley. Este aspecto se observa con mayor énfasis en las carnes congeladas. En ambos aspectos, fresca y congelada, la carne puede tener pérdidas de calidad por causas que van desde el transporte de los animales al rastro hasta la distribución de sus productos finales, por lo que es importante realizar investigación sobre los factores que ocasionan esas pérdidas de calidad, con la finalidad de reducir aquellas prácticas que estén afectando la aceptación del consumidor y la economía de la industria (Alarcón *et al.*, 2006). Tradicionalmente en México, ha existido una intensa actividad económica y científica en el campo de la calidad de la carne. Esto, genera un ámbito en el que existen una gran cantidad de laboratorios especializados, pero también, múltiples técnicas y variación en los

métodos analíticos, que si bien son correctos, en ocasiones dificultan la comunicación y el avance del conocimiento. La uniformidad en los métodos y términos, son un pilar clave para facilitar la comunicación entre los diferentes eslabones de la cadena de producción y consumo de carne; en la cual se encuentran integrados los productores, procesadores, comercializadores y consumidores. En este sentido, la ovinocultura se enfrenta a una gran competencia con la carne de bovino que domina el mercado, no solo nacional sino también el internacional; sin embargo se busca fortalecer las virtudes de magrez y aportes nutricionales de la carne ovina, a través de la generación de la Indicación Geográfica Protegida (IGP), denominación de origen y la creación de marcas. Los protocolos analíticos para el estudio de la optimización de indicadores de calidad como la CRA, junto a la selección genética, darán como resultado que la producción de ovinos en la región mejore y presente un valor agregado que favorezca a los productores de la región. El objetivo de la presente investigación fue comparar dos métodos para la cuantificar la capacidad de retención de agua de muestras cárnicas congeladas de ovinos de engorda.

Metodología

Los análisis de la presente investigación se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Calidad y Autenticidad de Alimentos de Origen Animal y en el Centro de Investigación e Innovación en Biotecnología, Agropecuaria y Ambiental (CIIBAA) del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Se tomaron 25 muestras de carne congelada con más de 72 h de congelación a -20°C , obtenidas de borrego criollos producidos en la región Sur de Sonora, principalmente de los fenotipos de las razas Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahadin, provenientes de sistemas intensivos alimentados con dietas balanceadas a base de maíz rolado. La selección de la granja y toma de muestras cárnicas se hizo en un diseño completamente al azar. Los animales fueron sacrificados en un rastro municipal. Los animales fueron sacrificados después de 12 h de ayuno, a un peso vivo entre 35 a 40 kg. Después 18 a 24 h del sacrificio (NMX-FF-106-SCFI-2006) se tomó como muestra el músculo *lumborum*. En el primer método que se utilizó para la cuantificar el % CRA de las muestras congeladas, se colocaron 0.3 g de carne entre un papel filtro doblado, el cual se colocó entre dos placas de plexi-glass, con diferentes dimensiones, de 10 cm^2 y 20 cm^2 (Figura 1): Posteriormente se ejerció presión constante de 5 y 10 kg durante 10 y 15 min respectivamente (Cañete y Sañudo, 2005). El porcentaje de agua perdida se expresó como agua libre y la CRA se calculó restando el agua libre restada al cien por ciento. El segundo método consistió en la centrifugación según Cheng *et al.* (1979) con modificaciones (Figura 2). Se cortaron trozos de cerca de 5 mm de espesor, estos fueron pesados (W_i), previamente el exceso de humedad superficial fue removido con toallas de papel. La carne se colocó en microtubos de plástico, estos fueron centrifugados a $20,000\text{ g}$ a 4°C durante 30 min. Posteriormente el trozo de carne se secó y el peso final fue registrado (W_f). El % CRA se calculó con la siguiente fórmula: $\% \text{CRA} = \{1 - [(W_i - W_f)/W_i]\} \times 100$. En cada análisis se hizo por triplicado. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando estadísticas descriptivas. Esto se llevo a cabo utilizando el programa Microsoft Excel.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los resultados de las muestras utilizando las metodologías para la determinación de la CRA expresada en porcentaje de agua retenida, donde se observa que en el método de presión utilizando 5 kg por 10 min presentó valores de 87.50 ± 1.65 y utilizando 10 kg de peso por 15 min, fue de 87.75 ± 1.21 . A pesar de presentar una diferencia numérica, entre estas metodologías no mostraron diferencia estadística significativa ($p > 0.05$). En comparación con la metodología utilizando centrifugación a $20,000\text{ g}$ por 30 min con resultados de 67.07 ± 3.95 , mostrando una diferencia significativa

($p < 0.05$) con las dos metodologías anteriores (compresión con 5 y 10 kg de pesos durante 10 y 15 min, respectivamente). La metodología de centrifugación es utilizada ampliamente en productos pesqueros con resultados aceptables, sin embargo con la carne de borrego congelada mostró valores muy por debajo de los métodos utilizando presión. Respecto a la metodología utilizando placas y presión, empleando 10 kg de peso por 10 min fue el que mejores resultados tuvieron respecto a la practicidad, ya que en esta metodología se utilizaron placas de plexi-glass de 20 cm², con las que se podrían realizar más muestras que en la metodología utilizando 5 kg y por 30 min, utilizando placas de 10 cm². Una baja CRA resulta en pérdidas importantes de agua en los productos cárnicos, la cual acarrea proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles, generando una pérdida del valor biológico de la carne analizada. Desde el punto de vista industrial, la capacidad de una carne para retener el agua originalmente contenida en su célula, así como el agua que se añade durante los procesos industriales, por ejemplo durante el marinado o la inyección, influye en la eficiencia del sistema e impactan directamente en el rendimiento final del producto. Una pobre retención de agua, provoca un goteo constante que interfiere en los sistemas de empaque, así como en los sistemas de salazón en seco y por consiguiente la negativa del consumidor a adquirir el producto ya que no lo encuentra atractivo a la vista (Braña *et al.*, 2011). La CRA es influenciada por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Las muestras analizadas tuvieron un promedio de pH de 6.0, lo que favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, los otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Warris, 2003). Se considera que la carne congelada tiene, en general, una capacidad de ligazón reducida en un 10% en comparación con carne fresca no congelada. Esta reducción en la capacidad de ligazón se debe al daño que le ocurre a las proteínas cárnicas durante la congelación inicial, el almacenamiento y la descongelación. Esto se atribuye a un mal proceso de congelado y descongelado de la carne, de modo que la carne congelada y descongelada correctamente debe tener una capacidad de ligar agua mucho mayor muy cercana a los valores de las carnes frescas (Knipe, 2013).

Conclusiones

La metodología que tuvo mejores resultados fue la empleando placas de plexi-glass y 10 kg de pesos por 10 min, teniendo un mayor número de repeticiones a la vez. Además el efecto de la refrigeración no influyó para que disminuyera la capacidad de retención de agua en estos cortes de ovinos, ya que presentaron valores muy cercanos a las carnes frescas reportadas por la literatura.

Bibliografía

Alarcón A. Gamboa J.B. Rodríguez F.A. Grado A. Janacua H. 2006. Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Téc. Pecu- Mex.* págs. 53-66.

Braña D., Ramírez E., Rubio MS., Sánchez A., Torrescano G., Arenas ML., Partida JA., Ponce E. y Ríos FG. 2011. Manual de análisis de calidad en muestra de carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. Octubre.

Cañete V, Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa en los rumiantes). Madrid, España: MICYT-INIA; Ganadera.

Castrillón W. Fernández J. Restrepo L. 2007. Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. Rev Col Cienc Pec. págs. 327-338

Cheng C.S., Hamann D.D., Webb, N.B. y Sidwell V. 1979. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. J. Food Sci. 44, 1087–1092.

Knipe L. 2013. Meat Science. Ohio State University. <http://meatsci.osu.edu/Knipe.html> (fecha de acceso: Agosto 26 de 2013).

NMX-FF-106-SCFI-2006. Norma Oficial Mexicana Productos pecuarios - Carne de ovino en canal - Clasificación. *Diario Oficial de la Federación* .

Warris P.D. 2003. Ciencia de la Carne. Editorial Acribia. Zaragoza; España.

Tabla 1. Resultados obtenidos para la determinación de la CRA medida en porcentaje utilizando diferentes metodología

	Método placa del Plex-glass		Método Centrifugación
	5 kg	10 kg	20,000 g
Promedio	87.50	87.75	67.07
Desviación Estándar	1.65	1.21	3.95
Número de muestras	15	24	20

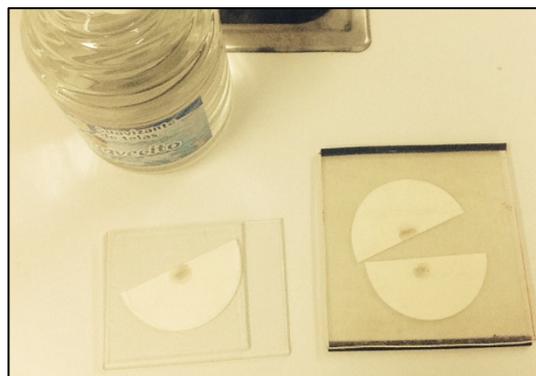


Figura 1. Método de compresión plexi glass para la determinación del % de CRA en muestras de borrego congeladas

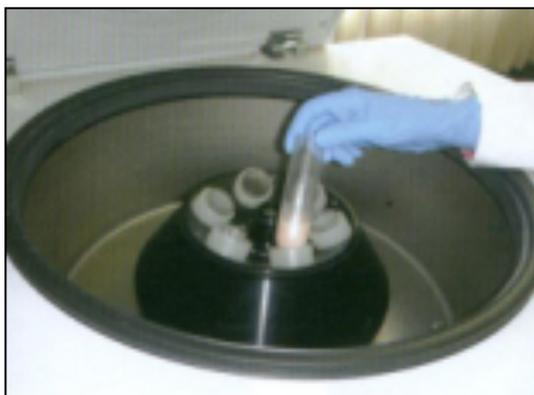


Figura 2. Método de centrifugación para la determinación del % de CRA en muestras congeladas de borrego

ARTÍCULO 28.
**CONDICIONES ANTROPOMÉTRICAS Y DE ALIMENTACIÓN DE
PREESCOLARES PARTICIPANTES EN UN PROGRAMA ANUAL DE
MEJORAMIENTO DE SALUD DE CAJEME Y BÁCUM, SONORA.**

Núñez Vega L. M., Rentería Mexía A. M., Meza Montenegro M. M., Rodríguez Ramírez R.
y Ulloa Mercado R. G.

Departamento Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. Ave.
Antonio Caso s/n. Fracc. Villa ITSON. Cd. Obregón, Sonora, México. C.P. 85130. Tel. 644-
4109000 ext. 1741. ana.renteria@itson.edu.mx

Palabras claves: nutrición, preescolar, programa de salud.

Introducción. En los últimos años existe una mayor cantidad de mujeres que laboran fuera de sus hogares, por tal motivo se encuentran más ocupadas para preparar alimentos sanos en el hogar y dejan la responsabilidad de la alimentación de sus hijos en programas asistenciales, trayendo consigo el cambio en los patrones de alimentación familiar. Los cambios en el estilo de vida han provocado nuevos comportamientos que conllevan transformaciones en los hábitos alimentarios de la infancia. Desde principios del siglo XXI, coexisten diferentes formas de mala nutrición: desnutrición, obesidad y trastornos del comportamiento alimentario (1).

La necesidad de contar con programas donde se evalúen, preparen y capaciten a las personas que están encargadas de la alimentación de los niños preescolares es esencial. Esta es una manera de asegurar que el niño vaya creciendo con una dieta adecuada y con una educación alimentaria correcta, ya que los primeros años de vida es donde todo captan y todo aquello aprendido se lo llevan a través del tiempo. Conforme crezcan tendrán la capacidad de contar con un estilo de vida saludable y así tener menor riesgo de padecer algún problema de salud relacionado con su alimentación (2).

El objetivo del trabajo es evaluar las condiciones antropométricas y de alimentación de preescolares participantes de un programa anual de mejoramiento de salud de estancias infantiles mediante la determinación de sus condiciones antropométricas y alimentarias, para la implementación de estrategias educativas sobre alimentación saludable.

Metodología. El programa de mejoramiento de salud se implementó en una estancia infantil de Cajeme y dos de BÁCUM, Sonora de Agosto-2011 a Septiembre-2012. Los evaluadores fueron alumnos de la Licenciatura en Tecnología de Alimentos, quienes fueron entrenados según la capacitación establecida por Rentería-Mexía *et al.* (2009) (3).

Antes y después de la intervención se realizó la fase de diagnóstico donde se llevó a cabo la medición de peso y talla siguiendo las técnicas y procedimientos recomendados por la OMS (4). Se evaluó el estado nutricional por medio de los puntajes Z peso para edad (Zpe), talla para edad (Zte) y peso para talla (Zpt) comparándose con los puntos de corte del CDC (2000) (5). El consumo nutricional de los preescolares en la estancia se realizó con el método de registro y pesado de alimentos (6), se caracterizaron los nutrientes de menús representativos usando tablas de composición con el software Nutrisys (v 1.0, ITSON), comparándose con las IDR para población infantil mexicana (7, 8) y además se evaluaron las buenas prácticas de higiene y cocinado. La fase educativa consistió en la realización de talleres sobre alimentación y nutrición para preescolares, impartidos a padres y responsables de estancias; los cuales se evaluaron al inicio al final de cada taller.

Resultados y discusión. En las figuras 1, 2 y 3 se muestra la prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Zpe, Zte y Zpt antes y después de la intervención. En la figura 1 según Zpe se observa incremento en la prevalencia de desnutrición grave, sobrepeso y obesidad, mientras que en la figura 2 de Zte se obtuvo un incremento en la prevalencia de talla baja y ligeramente baja. Así mismo en la figura 3 en lo que corresponde a Zpt, no hubo presencia de desnutrición grave pero sí una ligera disminución en la prevalencia de sobrepeso y un aumento de la prevalencia de obesidad después de la intervención. Se podría deber a los meses que el beneficiario permaneció en el programa, ya que hubo niños que no participaron durante toda la intervención y por lo tanto no contaron con la educación alimentaria.

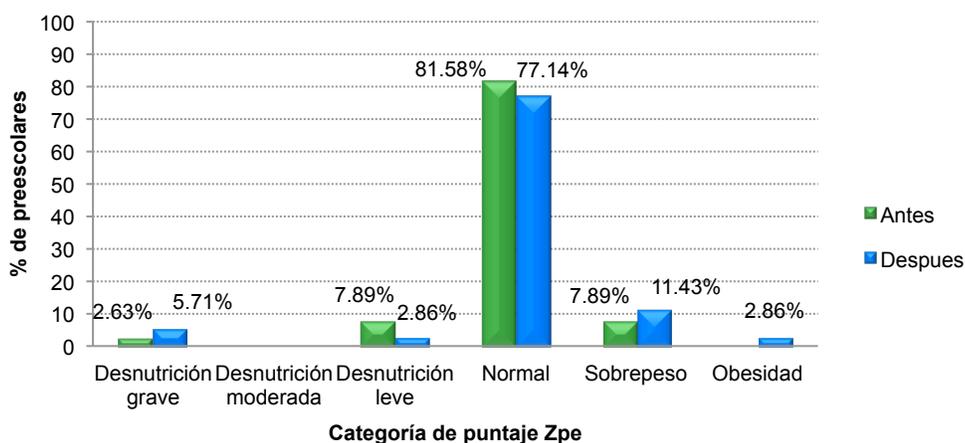


Figura 1. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Zpe (n= 73).

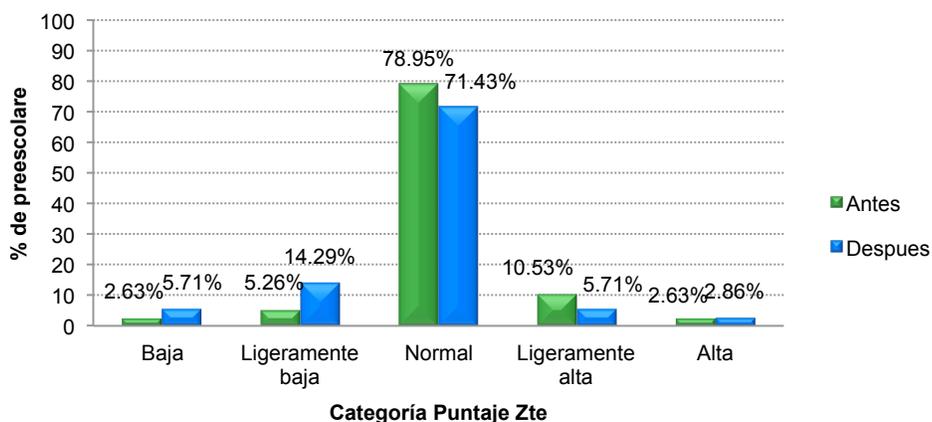


Figura 2. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Zte (n= 73).

Con respecto a las prevalencias por estancia después de la intervención, la desnutrición leve se presentó en todas las estancias, mientras que la desnutrición grave con Zpe en Bácum y la desnutrición moderada con Zte en Cajeme. En las estancias Bácum 1 y Bácum

2 los porcentajes de sobrepeso aumentaron, sin presentar casos de obesidad. Las estancias que después de la intervención se encontraron en estado crítico según las prevalencias observadas de desnutrición grave y el aumento de sobrepeso según el puntaje Zpe fueron Bácum 1 y Bácum 2. La única estancia que reportó prevalencias de obesidad fue la estancia de Cajeme.

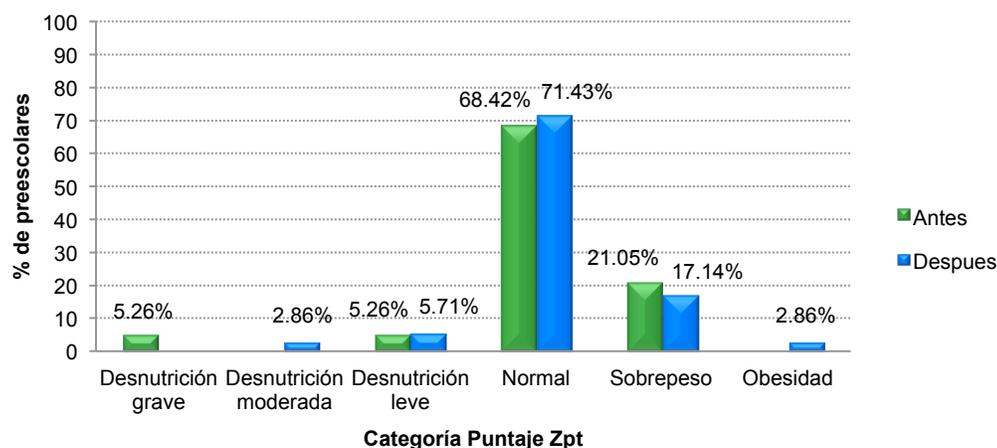


Figura 3. Prevalencia de preescolares por categoría de puntaje Zpt (n= 73).

La distribución promedio de energía (%VET) a partir de hidratos de carbono, lípidos y proteína de los menús se presentan en la figura 4 y 5, respectivamente. Antes de la intervención (figura 4) los desayunos evaluados no cumplieron con la proporción correspondiente a la IDR para la población infantil mexicana (hidratos de carbono 55% del VET, proteínas 15% y lípidos 30%). Después de la intervención, el aporte de las comidas evaluadas en las tres estancias infantiles (figura 5) no cumplió con la proporción correspondiente a la IDR ya que estas sobrepasan el 70% en hidratos de carbono y el % del VET de proteínas era menor al 15% que indica la IDR.

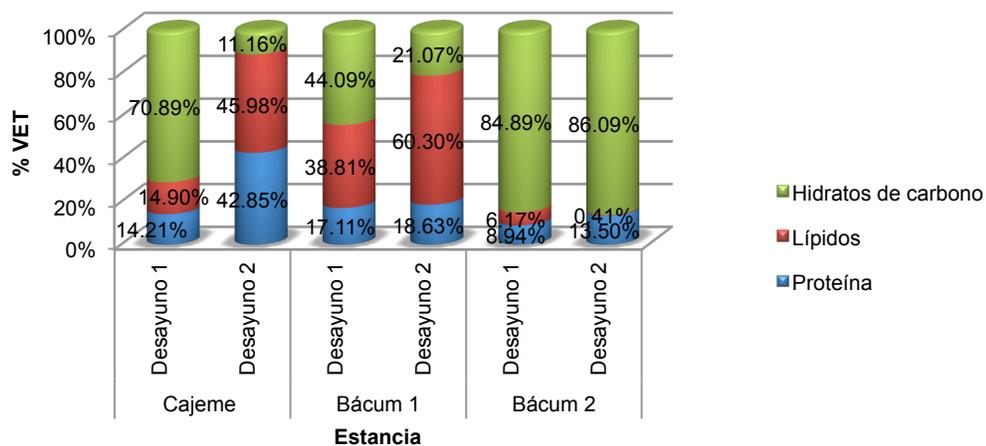


Figura 4. Distribución energética (%VET) de menús evaluados antes de la intervención.

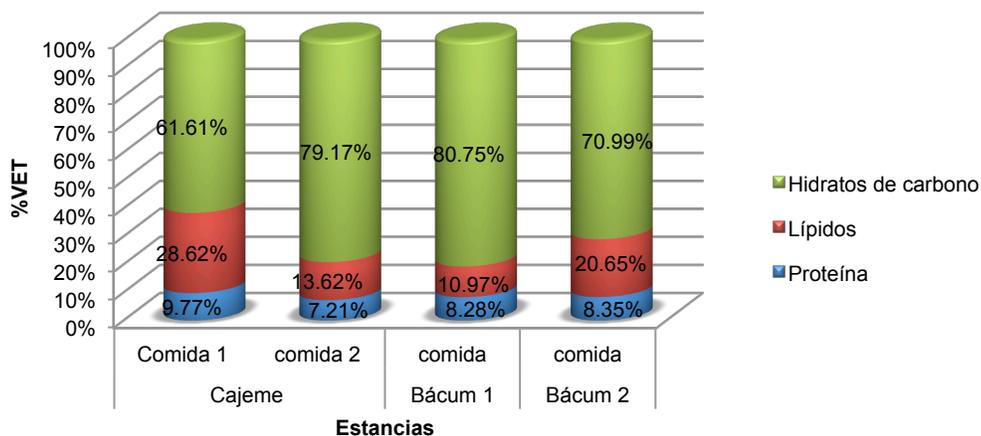


Figura 5. Distribución energética (%VET) de menús evaluados después de la intervención.

En la tabla 1 se compara la conformidad de las condiciones de higiene y cocinado antes y después de la intervención. Las estancias de Cajeme y Bácum aumentaron sus porcentajes de conformidad después de la intervención, siendo 92% para Cajeme, y 72% para Bácum 1; sin embargo, la estancia Bácum 2 no se observó mejora ya que antes y después de la intervención obtuvo 60%.

Tabla 1. Condiciones de higiene y proceso de cocinado antes y después de la intervención.

	Cajeme		Bácum 1		Bácum 2	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1.Capacitación y área de proceso	3	3	2	2	2	1
2. Compra y almacenamiento de alimentos	4	5	3	3	5	4
3. Cocinado	4	5	4	5	3	5
4. Programa de prácticas sanitarias	8	10	8	8	5	5
Núm. de ítems en conformidad	19	23	17	18	15	15
Total % de conformidad^a	76%	92%	68%	72%	60%	60%

^aNúm. de ítems en conformidad/total de ítems (25)

En la fase de intervención educativa, en padres de familia (tabla 2) se observó que la mayoría mejoraron sus conocimientos después de cada taller, principalmente la estancia de Cajeme. La estancia de Cajeme obtuvo mejor promedio al final de cada taller implementado; mientras que la calificación promedio de las estancias BÁCUM 1 y BÁCUM 2 en ambos periodos de la intervención fue baja, con puntuaciones por debajo del 85%. En el caso del taller de responsables y asistentes de las estancias no se lograron mejorar los conocimientos.

En la tabla 3 se presenta la calificación promedio de los preescolares al final de la intervención educativa durante la realización de diferentes actividades didácticas y lúdicas. En todas las estancias los preescolares mostraron interés en las actividades que se les indicaba; la mayoría identificaban las frutas y verduras como alimentos saludables y conocían la diferencia entre un alimento saludable y uno no saludable. Sin embargo al evaluar la conducta alimentaria la mayoría fueron inadecuadas ya que prefirieron consumir refrigerios no saludables.

Tabla 2. Nivel de conocimientos de padres de familia en los talleres educativos.

Taller	Promedio de calificaciones					
	Cajeme		BÁCUM 1		BÁCUM 2	
	Inicio (%)	Final (%)	Inicio (%)	Final (%)	Inicio (%)	Final (%)
1.Desnutrición, obesidad y alimentación infantil.	83.3	86.0	NE*	NE*	74.5	69.3
2.Grupos de alimentos.	NE*	NE*	NE*	NE*	NE*	NE*
3.Necesidades nutrimentales y alimentación saludable en la etapa infantil.	83.2	88.9	59.0	7.7	54.2	58.5
4.Consecuencias de una mala alimentación en la salud del preescolar.	82.2	90.0	78.3	81.3	76.7	83.3

*NE: no evaluado

Tabla 3. Calificación promedio de preescolares al final de la intervención educativa.

Ítems	Estancias		
	Cajeme	Bácum 1	Bácum 2
1.Consumo de refrigerio saludable	4.00	2.66	3.00
2.Identificación y consumo de frutas y verduras.	4.4	3.44	2.80
3.Realiza bailes y juegos	2.00	2.66	1.60
Número de ítems promedio	10.40	8.76	7.40
Calificación promedio (%) a	69.33%	58.40%	49.33%

^a Calificación promedio= núm. de ítems por preescolares/total de ítems (15)

Conclusiones. La mayoría de los preescolares se encontraban en estado normal con el indicador Z peso para edad y Z peso para talla, sin embargo después de la intervención según el indicador Zpe aumentó el sobrepeso y desnutrición grave y con Zpt no se mostró desnutrición grave y disminuyó el sobrepeso; con ambos Zpe y Zpt se presentó obesidad al final de la intervención. Ninguno de los menús evaluados cumplió con la proporción correspondiente a la IDR para la población infantil mexicana, en su mayoría el porcentaje de hidratos de carbono era muy elevado y por ende el porcentaje de lípidos y proteínas era inferior al correspondiente.

Durante la evaluación de las condiciones de higiene y proceso de cocinado, las estancias mejoraron su puntuación después de la intervención. En el caso de los talleres para padres de familia se observó una mejoría en los conocimientos nutricionales, mientras que en los talleres de las responsables de estancia no se presentó un aumento significativo en los conocimientos adquiridos después del programa de mejoramiento de salud.

Es necesario seguir contando con programas de este tipo en las estancias infantiles, con el fin de inculcar buenos hábitos alimentarios a temprana edad, así como la importancia de combinar la alimentación sana con la actividad física para adoptar estilos de vida más saludables. También es importante considerar la capacitación de las personas responsables de la alimentación de los niños, tanto los padres de familia como al personal de las estancias, debido a que la alimentación es la base del desarrollo del infante. Por otra parte, las responsables de la alimentación de los niños deben adoptar menús con alimentos regionales con mayor disponibilidad, los cuales deben estar equilibrados para cumplir con el porcentaje de adecuación que deben consumir los niños, así como cumplir con los requerimientos según la edad, pudiéndose emplear como apoyo las guías alimentarias establecidas por la normatividad.

Bibliografía

1. Franquet, M., Palma, C. y Cahuana, A. (2009). Nutrición y alimentación en la infancia del siglo XXI. *Odontología pediátrica*, 17: 105-115.

2. Chiang, M., Torres, M., Maldonado, M, y González, U. (2003). Propuesta de un programa de promoción sobre un estilo de vida saludable en preescolares mediante una intervención multidisciplinaria. *Revista Cubana de Investigación Biomédica*, 22(4): 245-252.
3. Rentería A.M., Ahumada Y.G., Gassós L.E., Santos Coy I.E., Estrada M. I., Cira L.A., Ruiz S. y Holguín R. (2009). Desarrollo de la Competencia Nutrición Preventiva de alumnos de la Licenciatura en Tecnología de Alimentos a través de un Proyecto Multidisciplinario en Estancias Infantiles del Sur de Sonora (Cap. V). *En* Del Hierro E., González M. y Velarde M. (Comp.). *Alianzas para el desarrollo*. Pp. 9-18. México: ITSON.
4. World Health Organization. 1995. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*.854:1-452.
5. Center for Disease Control and Prevention. 2000. Use and Interpretation of the CDC Growth Charts. Consultado el 20/08/2009 de <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/growthcharts/resources/growthchart.pdf>
6. Sanjur, D. y Rodríguez, M. (1997). Evaluación de la Ingesta Dietaria: Aspectos selectos en la colección y análisis de datos. División de Ciencias Nutricionales. Programa de Nutrición Comunitaria. Colegio de Ecología Humana. Cornell University.
7. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2001. Ingestión diaria recomendada (IDR) de energía para la población mexicana. Consultado el 20/07/2012 de <http://quetzal1.innsz.mx/docs/idren.pdf>
8. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2001b. Ingestión diaria recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos para la población mexicana. Consultado el 20/07/2012 de <http://quetzal1.innsz.mx/docs/idrinn.pdf>

ARTÍCULO 29. CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN UVA DE MESA POR EFECTO DE VOLÁTILES DE ALICINA Y SUS DERIVADOS.

Gándara Ledezma A., Corrales Maldonado C., Vallejo S., Rivera Domínguez M., Martínez
Téllez M. A. y Vargas Arispuro I.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. a la Victoria Km. 0.6,
México. iris@ciad.mx

Palabras clave: Dialil trisulfuro, dialil disulfuro, Pudrición gris.

Introducción. La uva de mesa (*Vitis vinifera* L.), es el cultivo frutal de mayor importancia económica en Sonora. El 90% de la producción es exportada a Estados Unidos y Europa, transportándose en cajas refrigeradas (4°C) vía terrestre y marítima. Durante el transporte, los racimos de uva desarrollan la pudrición gris, enfermedad causada por *Botrytis cinerea* Pers.:Fr., afectando su valor en el mercado, lo que ocasiona cuantiosas pérdidas económicas a los productores. Mucho de los fungicidas que actualmente se utilizan en el control de la pudrición gris están bajo el escrutinio de autoridades regulatorias por diversos efectos adversos, por lo que a nivel internacional se están demandando el uso de fungicidas de origen natural, especialmente en frutos de consumo fresco¹. En este trabajo se plantea la utilización de los compuestos volátiles emitidos por alicina y sus compuestos de degradación para el control *in vitro* del desarrollo de *Botrytis cinerea* en uvas de mesa. La alicina se forma de manera natural en los dientes de ajo (*Allium sativum* L.), cuando se rompen sus compartimentos celulares liberando la enzima alinasa y su sustrato alina². En un corto tiempo después de formada la alicina, rápidamente se descompone en disulfuro de dialilo y trisulfuro de dialilo. La actividad fungicida y bactericida de extractos de ajo se ha atribuido a la presencia de alicina, evaluados tanto en bacterias Gram positivas y negativas y *Aspergillus niger*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*. El extracto de ajo provocó en las hifas de los hongos cambios estructurales, evitando su desarrollo³. Sin embargo la actividad fungicida de los compuestos volátiles de degradación de la alicina no se encontraron reportes de evaluaciones previas. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de los volátiles emitidos por alicina y sus productos de degradación sobre el desarrollo de la pudrición gris, sobre uvas de mesa de la variedad Redglobe que fueron previamente inoculadas con esporas de *B. cinerea*. El manejo comercial de la pudrición gris en uva de mesa, es por la liberación de dióxido de azufre generado a partir de metabisulfito de sodio, el cual es empacado en almohadillas, que al contacto con la humedad del ambiente producen el gas. Para este trabajo utilizamos el metabisulfito de sodio como control positivo de nuestra evaluación.

Metodología. Las esporas de *B. cinerea*, se obtuvieron de una cepa aislada de uvas de mesa contaminadas de un viñedo comercial de pesqueira Sonora, México. A partir de esta cepa, se creció el hongo en medio agar papa dextrosa en cajas petri de 9 cm de diámetro a una temperatura de 25° C por 14 días. Una vez que el hongo se esporuló, se colectaron las esporas agregando una solución de Tween 80 al 0.02% y raspando la superficie del micelio con una asa de vidrio. El conteo de esporas se llevó a cabo en cámara de Neubauer y se hicieron diluciones hasta tener 1*10⁵ esporas/mL para infectar las uvas. **Evaluación antifúngica de alicina, disulfuro de dialilo y trisulfuro de dialilo.** Se

utilizaron racimos de uvas maduras de la variedad Redglobe que se compraron en el mercado local. Las uvas se seleccionaron y fueron separadas del racimo para uniformizar su tamaño, asegurando que no tuvieran síntomas visibles de infección por *B. cinerea*. Las uvas fueron desinfectadas con cloro al 0.5% sumergidas durante 15 minutos, se les realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril, y se dejaron secar al aire sobre papel secante en campana de cultivo. A cada uva se les realizó una herida (4 × 4 mm) sobre la zona de desprendimiento del pedicelo con usando un bisturí estéril⁴. Cada uva se infectó con 500 µL de una solución de caldo dextrosa saboraud con 1*10⁵ esporas/mL de *B. cinerea*. Posteriormente, las uvas se colocaron de manera individual en cámaras con tapa a la cual se le colocó una almohadilla de celulosa impregnadas con los compuestos volátiles (alicina, disulfuro de dialilo, trisulfuro de dialilo, metabisulfito de sodio y agua como control negativo). Las cámaras se cerraron, exponiendo a las uvas a los compuestos volátiles. Las cámaras se incubaron a 25° y 4°C. La severidad de la enfermedad se determinó mediante la medición del diámetro de la lesión a los 14 días después de la inoculación. **Cancelación del efecto fungicida de los compuestos volátiles.** Se bloquearon los gupos disulfuro de los compuestos volátiles, mediante la adición de cisteína y glutatión reducido. Se adicionaron 500 ppm de cisteína o glutatión reducido a 50µL de alicina o disulfuro de dialilo o trisulfuro de dialio, se agito y se dejó reposar 24 h. Transcurrido el tiempo, se adicionaron 100 µL de cada una de las mezclas, acajsas de Petri (5 cm de diámetro) que contenían medio caldo dextrosa saboraud con 1*10⁵ esporas/mL de *B. cinerea*. Las placas se incubaron a 25 °C durante 72 h. Las esperas germinadas se contaron bajo estereoscopio.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de los datos se realizó un diseño completamente al azar (ANOVA) con tres réplicas por tratamiento teniendo como variable de respuesta el diámetro de lesión. Se realizó una comparación de medias por el método de Tukey-Kramer con un nivel de probabilidad de P<0.05, utilizando el software NCSS (Number Cruncher Statistical System) versión 2007.

Resultados y Discusión. El efecto de alicina y sus productos de transformación (DADS y DATS), se muestran en la tabla 1. En la cual se puede observar que alicina y DATS inhibieron completamente ±el desarrollo de las esporas de *B. cinerea* sobre las uvas, siendo significativamente diferentes (P<0.05) que MBS, durante los 14 días de la evaluación. Sin embargo DADS, si permitió el desarrollo de espóra, presentando la enfermedad en ambas temperaturas evaluadas, aunque la lesión fue menor que la que se produjo en las uvas control. El MBS fue más efectivo a 4°C que a 25°C. El efecto antifúngica de DATS en este trabajo, es concordante con los resultados presentados por Shyh-Ming and Mei-Chin (2001)⁵, quienes evaluaron el efecto antimicrobianos con estándares de sulfuros, sobre diferentes hongos y bacterias patógenos, la magnitud de la actividad, estuvo mayor número de azufres en la molécula, Dialil tetrasulfuro, DATS, DADS y Dialil monosulfuro, demostrando que los enlaces disulfuro son un factor determinante en la capacidad antimicrobiana de estos sulfuros, ya que estos tienen la capacidad de formar enlaces disulfuro con enzimas presentes en la membrana celular de los microorganismos, impidiendo a la enzima realizar su función⁶. Con este antecedente, se indujo a la formación de enlaces disulfuro (aductos) entre los compuestos azufrados presentes en alicina utilizando cisteína o glutatión reducido⁷. Cuando se evaluó el efecto antifúngica de alicina con los grupos tioles bloqueados, se pudo comprobar que no fue capaces de inhibir la germinación de las esporas de *B. cinerea*, revertiéndose completamente la actividad antifúngica (Figura 1), por lo que podemos atribuir que el mecanismo antifúngico de la alicina y DATS es el bloqueo de enzimas que intervienen en el proceso de germinación de esporas de *B. cinerea*. En el caso de DADS, aunque este ha

mostrado actividad sobre *Sclerotium cepivorum*, hongo causante de la pudrición de raíz de cebolla blanca, que redujo del 75% al 11% la incidencia de esta enfermedad⁸, y en nuestro estudio no presentó efecto antifúngico, puede deberse a que este compuesto actué en enzimas que no participan en el proceso de germinación de esporas de este hongo. Con los resultados obtenidos en este trabajo podemos proponer a los compuestos evaluados como una atractiva alternativa para desarrollar un tratamiento para el control de la pudrición gris en uva de mesa, que puede aplicarse en donde otros tratamientos son prohibidos, como producciones orgánicas o de baja residualidad de agroquímicos.

Bibliografía

1. Ficker, C., Smith, M.L., Akpugana, K., Gbeassor, M., Zhung, J., Durst, T., Assabgui, R. and Arnason, T. 2003. Bioassay-guided isolation and Identification of antifungal compounds from ginger. *Pharmaceutical Biol.* 41:392-397.
2. Ledezma, E., Apitz, K. and Castro, R. 2006. "Ajoene, el principal compuesto activo derivado del ajo (*Allium sativum*), un nuevo agente antifúngico. *Revista Iberoamericana de Micología* 23:75-80.
3. Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'Aulerio, A. and Bellesia, F. 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi in vitro. *Plant Dis.*
4. Muñoz, Z., and A. Moret. 2010. "Sensitivity of *Botrytis cinerea* to chitosan and acibenzolar S methyl. *Pest Management Science* 66:974-979.
5. Shyh-Ming, T. and Mei-Chin, Y. 2001. *In vitro* antimicrobial activity of four diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils. *J. Med. Microbiol.* 50:646-649.
6. Blondelle, E. S. and Houghten, A. R. 1992. Design of model amphipathic peptides having potent antimicrobial activities. *Bio chemistry.* 31:12688-12694
7. Ankri, S. and Mirelman, D. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infect.* 1:125-129.
8. Denis, J. 2012. Progress towards an integrated control strategy for onion white root rot disease, including the use of artificial germination stimulants. *Electronic Journal of IMP.* <http://www.actahort.org/books/555/55514.htm>

Tabla 1. Efecto de volátiles de alicina, sobre el desarrollo de *B. cinerea* en uvas inoculadas con 10^5 esporas/mL, incubadas a 25 y 4°C, durante 14 días.

Compuesto	Diámetro de la lesión (mm)	
	25°C	4°C
Alicina	0.0±0 ^a	0.0±0 ^a
Trisulfuro de dialilo (DATS)	0.0±0 ^a	0.0±0 ^a
Disulfuro de dialilo (DADS)	12±1.2 ^c	17.5±1.01 ^c
Metabisulfito de sodio	3.2± 0.98 ^b	2.4±1.03 ^b
Control (agua)	18 ± 0.42 ^c	21.3± 0.86 ^c

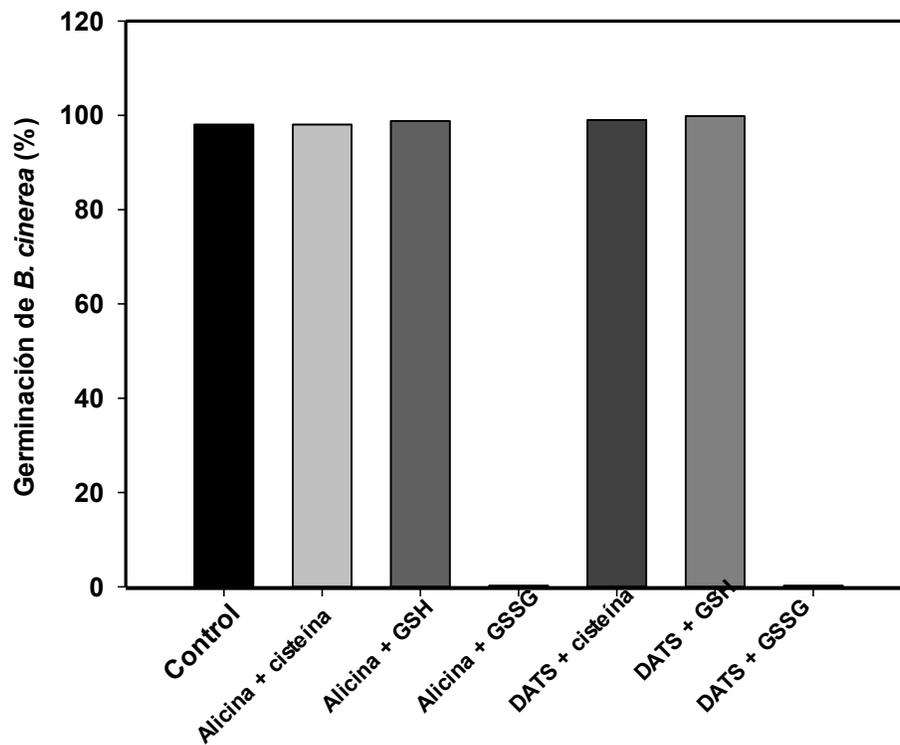


Figura 1. Cancelación de efecto antifúngico sobre esporas de *B. cinerea* de alicina y trisulfuro de dialilo (DATS) por bloqueo de uniones disulfuro con grupos tiol de cisteína y glutatión reducido (GSH).

RESÚMENES DE INVESTIGACIÓN

RESUMEN 1.

EVALUACIÓN DEL USO DE PROBIÓTICOS EN DIETAS PARA CAMARÓN BLANCO *LITOPENAEUS VANNAMEI*, Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN

Pérez Corona F. I., Casillas Hernández, R., Nogales Acuña, R., Ibarra Gámez, J. C. y
Lares Villa F.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero No. 818 sur, CP: 85000, Laboratorio de
Acuacultura 4109000 ext. 2180, ivan.nrvn@gmail.com

Palabras clave: Cultivo de camarón, Nutrición, Probióticos.

Introducción. Más del 95% del cultivo de camarón en México se lleva a cabo en zona Noroeste, destacando los estados de Sinaloa, Sonora, Nayarit y Baja California Sur. No obstante, el crecimiento de ésta actividad ha sido vulnerable a efectos adversos como la presencia de enfermedades las cuales han generado cuantiosas pérdidas económicas. Debido a las limitaciones en el uso de antibióticos para el manejo de enfermedades, el uso de los probióticos ha ido en aumento convirtiéndose en una alternativa para mejorar la producción de los sistemas de cultivo. El presente estudio fue diseñado para evaluar diferentes dietas conteniendo aditivos a base de probióticos y su efecto sobre la producción de camarón.

Metodología. El presente trabajo se realizó en laboratorio de acuacultura del ITSON. Fueron realizados dos experimentos, en el primero se utilizaron camarones con un peso inicial de 0.85 ± 0.1 y en el segundo con un peso de 7.0 ± 0.5 g. En ambos experimentos fueron evaluadas tres dietas conteniendo los probióticos a razón de 2 gramos por kilogramo de dieta. Todas las dietas contenían 35% de proteína incluyendo el control. El primer experimento fue diseñado con seis repeticiones y el segundo por triplicado. Los experimentos tuvieron una duración de 60 días. La tasa de crecimiento semanal se obtuvo como $[(\text{peso individual promedio final} - \text{peso individual promedio inicial}) / \text{Días del experimento}] * 7$. El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) se obtuvo como; $FCA = AFIDM/W_{tw}$, donde AFIDM = alimento que ingresó en base seca (g), W_{tw} = peso ganado como biomasa de camarón (g). La sobrevivencia (%) se obtuvo como $[(P_i - P_f) / P_i] * 100$, donde P_i = Población inicial y P_f = Población final. El análisis estadístico para la evaluación del crecimiento, sobrevivencia y producción fue realizado aplicando una ANOVA de una vía, seguido por una prueba de rangos múltiples de medias (Duncan) al 95%.

Resultados y discusión. El probiótico que fue adicionado en la dieta 3 generó las mejores tasas de crecimiento, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia, con una diferencia significativa ($p < 0.05$) frente a la dieta control. Esta misma respuesta fue observada para los dos grupos de camarones evaluados, lo cual sugiere que el beneficio se obtuvo tanto en los camarones pequeños como en los pre-adultos. Estudios anteriores demuestran que la presencia de probióticos activan el sistema digestivo de los camarones, particularmente cuando se utilizan bacterias, del género *Bacillus* ya que secretan una amplia gama de exoenzimas [2], lo cual permite un mejor aprovechamiento del alimento. Otros estudios señalan además, que el uso de probióticos mejora la calidad de agua al degradar la materia orgánica presente en el sedimento y en la columna de agua, repercutiendo en la salud de los camarones y mejorando su sistema inmunológico.

Conclusiones. Los camarones alimentados con el probiótico, particularmente el de la dieta 3 generó significativamente una mejor respuesta de crecimiento, sobrevivencia y factor de

conversión alimenticia. Este efecto se observó tanto en los camarones pequeños de 0.85 g como en los de 7.0 g. El uso de éste aditivo en la dieta mejoró el aprovechamiento de los nutrientes para el camarón lo cual sugiere un beneficio no solo en términos económicos sino también ambientales para la actividad acuícola más importante de México; el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

Bibliografía.

- [1] Valle. J.C. 2005. Efecto del Hiboteck® en el crecimiento del camarón blanco *Penaeus vannamei*. Horizonte Acuícola, Diciembre-Enero. pág. 57-58.
- [2] Moriarty, D.J.W. 1998. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. Aquaculture, 164: 35-358.
- [3] Amores, R., Calvo, A., Maestre, J. y Martínez-Hernández, D. 2004. Probiotics. Rev. Esp. Quimioter. 17:131-139.

RESUMEN 2.

VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS IHHNV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013

Rodríguez Valenzuela F. J., Ibarra Gámez J. C., González Galaviz J. R., Luna Badillo, C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero No. 818 sur, CP: 85000, Laboratorio de Sanidad Acuícola, 4109000 ext. 2115, fj1818@hotmail.com

Palabras clave: IHHNV, OIE, PCR.

Introducción. En el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* el virus IHHNV (virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa) ocasiona problemas de talla (enanismo) y desarrollo del síndrome de la deformidad [1]. Es necesario el diagnóstico inmediato de organismos que puedan ser posibles portadores, para medidas de prevención y control de futuras epizootias. El objetivo del presente trabajo es validar la metodología estipulada por el Manual de pruebas de diagnóstico para animales acuáticos en base a los criterios establecidos por la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) [2], mediante técnicas moleculares para determinar su idoneidad y veracidad.

Metodología. Muestras de tejido de fueron sometidas a extracción de ADN. Posteriormente a la técnica de PCR y finalmente a electroforesis, para cada criterio se empleó un control positivo y negativo.. La sensibilidad analítica se evaluó realizando diluciones a concentraciones de 25, 20, 15, 10, 5 y 1 µg de ADN / mL de una muestra estándar, a la cual se estimó su concentración de ADN con mediciones espectrofotométricas a 260,280 y 320 nm. La especificidad analítica fue demostrada mediante el uso de muestras positivas al virus de Taura, virus de la Mionecrosis Infecciosa y de la bacteria causante de la necrosis hepatopancreática, aplicándosele el mismo protocolo que las muestras anteriores. La sensibilidad y especificidad diagnóstica fueron evaluadas utilizando 18 muestras positivas y 18 muestras negativas al virus respectivamente, confirmando la presencia o la ausencia del virus.

Resultados y discusión. La sensibilidad analítica detecto como límite de detección 15 µg de ADN / mL. Se ha logrado detectar el virus a concentraciones de 10 pg de ADN / mL, mediante el uso de técnicas que actúan en conjunto con el PCR como puede ser la técnica LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) aumentando su sensibilidad [3] .La especificidad analítica demostró ausencia de los otros patógenos, corroborando que no presenta falsos positivos a otros patógenos. Se obtuvo un 100% de sensibilidad y especificidad diagnóstica, comprobando la ausencia de falsos positivos o negativos.

Conclusiones. Se cumplieron los criterios establecidos por la OIE, demostrando la confiabilidad del protocolo permitiendo ser validado para futuras muestras de rutina en el laboratorio. Se recomienda la implementación de nuevas técnicas como, el PCR en tiempo real y la utilización de sondas fluorescentes para la confirmación del nivel de infección. Y finalmente el desarrollo de primers para secciones más específicas del virus, que permitan una mayor especificidad en la técnica.

Bibliografía

[1] Guzman S. Francisco M, Molina G. Zinnia J., Perez C. Roberto, Ibarra G. Jose C., Galaviz S. Lucio (2009). Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV) y virus del síndrome de Taura (TSV) en camaron silvestre (*Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1891 y *Litopenaeus setiferus* Linnaeus, 1767) de la Laguna Madre, Golfo de Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 44, num 3, diciembre, 2009, pp. 663-672.

[2] OIE (2008). Principles and methods of validation of diagnostic assays for infectious diseases. *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals*

[3] Christopher Marlowe A. Caipang, May Flor J. Sibonga and Jane S. Geduspan (2012) . Rapid Detection of the Philippine Isolate of Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) in Shrimp, *Penaeus monodon* Using Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP). *International Journal of Animal and Veterinary Advances* 4(3): 229-234, 2012

RESUMEN 3.

VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS DE IMNV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013

Cota Mora R. D., Ibarra Gámez, J. C., González Galaviz J. R., Luna Badillo C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero No. 818 sur, CP: 85000, Laboratorio de Sanidad Acuícola, 4109000 ext. 2115, cotamora_222@hotmail.com

Palabras clave: Sensibilidad, especificidad, PCR.

Introducción. En el año de 2002 en la región Nordeste de Brasil surgió el Virus de la mionecrosis infecciosa, (IMNV) provocando severas lesiones en el músculo de *Litopenaeus vannamei* con una mortalidad del 70% afectando drásticamente la economía de la región (1). Dado que actualmente no existe ningún tratamiento eficaz para la detección de la infección es necesario establecer medidas contundentes para un diagnóstico rápido y eficaz. Las importaciones ilegales a México de camarón han inducido a mejorar las medidas de sanidad e inocuidad, e innovar el mejoramiento en el manejo del cultivo del camarón. El Objetivo principal del presente trabajo es validar un método molecular por el Manual de pruebas de diagnóstico para animales acuáticos establecidos por la OIE para obtener la sensibilidad y especificidad.

Metodología. Se realizó la extracción de ARN en tejido de camarón por el método de TRIzol, después se procedió a estimar las concentraciones de ARN por espectrofotometría (2). Se desarrolló el método de RT-PCR anidado para detectar la presencia de IMNV. Las muestras se sometieron a electroforesis para dar la lectura final. Se midieron los índices de sensibilidad y especificidad analítica, así como sensibilidad y especificidad diagnóstica.

Resultados y discusión. El método de extracción empleando TRIzol permitió una purificación de ARN rápida, pero se extrajo una concentración relativamente baja comparada con González *et al.*, 2005. La sensibilidad analítica demostró un buen límite de detección, así como la especificidad analítica solo resultó positiva para IMNV, la RT-PCR demostró de manera consistente una sensibilidad y especificidad diagnóstica del 100%.

Conclusiones. Los resultados del presente trabajo permiten concluir que la RT-PCR ofrece ventajas para un diagnóstico molecular preventivo, rápido y oportuno permitiendo tomar medidas preventivas aun cuando el método de TRIzol arrojó concentraciones relativamente bajas.

Bibliografía

[1] María José Almanza Abud (2008). Guía técnica- Patología e inmunología de camarones Penaeidos. Primera edición. Panamá.

[2] Mara Ivett Anaya Delgado, (2010). Implementación de la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para la identificación de *Vibrio alginolyticus* en organismos acuáticos. Tesis de Licenciatura, ITSON.

[3] José E. González Ramírez ; Ricardo Hernández Pérez ; Orelvis Portal Villafaña ; Adela Pairol Martínez y Yilian González Moya, (2005). Metodología para el diagnóstico molecular del Virus del Mosaico de la Malanga para la certificación de plantas in vitro de clones comerciales de malanga. Biotecnología Vegetal Vol. 5, No. 1: 27.

RESUMEN 4.

OPTIMIZACIÓN DE LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE LOS ESTERES DE ASTAXANTINA EN ACEITE DE CAMARÓN

Valenzuela Rojo R. D., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J.* y Campas Baypoli O.N.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora. Mx-85000, México

*Autor de correspondencia: jaime.lopez@itson.edu.mx

Palabras clave: Lipasa pancreática porcina, ácidos grasos, residuos de camarón.

Introducción: La astaxantina en los crustáceos se encuentra esterificada con diversos ácidos grasos [1]. Los ésteres de la astaxantina son difíciles de hidrolizar, incluso por saponificación debido a la formación de un subproducto llamado astaceno. Se espera que la hidrólisis catalizada por lipasas sea una alternativa para la saponificación convencional [2]. Por sus propiedades, la astaxantina es el carotenoide que más valor tiene en el mercado (\$ 160 dólares por 500 µg de astaxantina libre). En base a esto el objetivo de este trabajo es la utilización de enzimas comerciales para hidrolizar los ésteres de astaxantina en el aceite pigmentado de los residuos del camarón con la finalidad de aumentar su contenido de astaxantina libre.

Metodología: Para la hidrólisis enzimática se mezcló el aceite de camarón (Figura 1) y la enzima lipasa pancreática porcina, en relación (3:1), la mezcla fue incubada (33, 40 y 50 °C) con agitación (180 rpm). La reacción es detenida con acetona y posteriormente, la mezcla se agitó por 1 minuto y se adicionó hexano, se centrifugó y se recuperó el hexano y el extracto se llevó a sequedad con gas nitrógeno. Por último, la muestra seca se disolvió en éter de petróleo y se inyectó en una placa de TLC, que se desarrolló con una fase móvil de acetona y n-hexano (1:4, v / v).

Resultados y discusión: Se encontró que la mejor hidrólisis fue a 33 °C (180 rpm y 48 horas) específicamente, se recuperaron 0.476 mg/g de astaxantina libre, mientras que el aceite de camarón sin tratamiento contiene 0.134 mg/g (Figura 2), para los tratamientos a mayores temperaturas no se observó presencia de astaxantina (Figura 3). Los resultados obtenidos se pueden comparar con los reportados [2], en donde a partir de extractos de *H. pluvialis* se obtuvieron 0.55 mg/g a 28°C por 7 horas y 180 rpm.



temperaturas

Figura 1. Aceite pigmentado Figura 2. TLC, (1 ;50°C, 2: 33°C, 3: Crudo E:sin tratamiento) Figura 3. Extractos hidrolizados a diferentes

Conclusiones: Por medio de la hidrólisis con enzimas comerciales de los ésteres de astaxantina se incrementa la concentración de astaxantina libre en el aceite de camarón mejorando su valor en el mercado.

Bibliografía

- [1]. Armenta, R. E., Guerrero-Legarreta, I. 2009. Amino acid profile and enhancement of the enzymatic hydrolysis of fermented shrimp carotenoproteins. *Food Chem.* 112:310-315.
- [2]. Zhao, Y., Guan, F., Wang, G., Miao, L., Ding, J., Guan, G., Li, Y., Hui, B. 2011. Astaxanthin preparation by lipase-catalyzed hydrolysis of its esters from *Haemotococcus pluvialis* algal extracts. *J. Food Sci.* 76:643-650.

Figura 1. Solución polimérica.

Figura 2. Fibras obtenidas por hilado en húmedo.

Figura 3. Fibra seca.

RESUMEN 5. PRODUCCIÓN DE HILOS QUIRÚRGICOS DE QUITOSANO DE CAMARÓN

Vega Cázarez C. A.*; Sánchez Machado D. I.*^a; López Cervantes J.* y
Campas Baypoli O. N.*

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora. Mx-85000, México. ^aCorrespondencia: dalia.sanchez@itson.edu.mx

Palabras clave: Fibras, Suturas, Solución polimérica.

Introducción. El quitosano, pertenece a la familia de los copolímeros lineales de (→ 4)-2-amino-2-desoxi-β-D-glucano (GlcN) y (→ 4)-2-acetamida-2-desoxi-β-D-glucano (GlcNAc). Los enlaces β, (1 → 4) enlaces distribuidos a lo largo de la cadena del quitosano determinan sus propiedades mecánicas tales como rigidez de la cadena y capacidad de formación de films, geles y fibras, las cuales son responsables de sus aplicaciones en la industria farmacéutica y biomédica [1]. Debido a que es biocompatible y biodegradable es usado ampliamente en materiales biomédicos tales como suturas, vendajes de heridas y liberación de drogas controladas [2]. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es optimizar las condiciones de producción de hilos quirúrgicos de quitosano por hilado en húmedo para diversos usos mediante ensayos con agentes coagulantes y aditivos coadyuvantes.

Metodología. El estudio fue dividido en dos etapas. La primera etapa está enfocada en la obtención de una fibra con cualidades ópticas y mecánicas óptimas. El quitosano fue obtenido de quitina de cáscara de camarón, y se preparó una solución polimérica ácida de quitosano (Figura 1) en ausencia y presencia de sorbitol. La cual, fue extruída a través de una jeringa a un baño que contiene NaOH al 8% y CaCl₂ 8%, después se hace pasar a un baño con agua destilada a 60°C y posteriormente a un baño con agua destilada a 20°C, finalmente las fibras son colocadas en cajas de Petri para su secado a 40°C (Figura 2) y enrolladas en un carrete para hilos, a cada fibra se le determinó su diámetro y elasticidad.

Resultados y Discusión. Los resultados muestran que las fibras obtenidas en la solución coagulante de NaOH al 8% (Figura 3) mostraron mejores propiedades ópticas y mecánicas en comparación con las fibras obtenidas en CaCl₂ 8%, mientras que la presencia o ausencia de sorbitol en las fibras se veía reflejada en el aumento de la elasticidad.



Conclusión. Los hilos quirúrgicos de quitosano producidos por hilado en húmedo poseen características apropiadas.

Bibliografia

- [1] Notin, L., Viton, C., Lucas, J.M., Domard, A., (2005) Pseudo-dry-spinning of chitosan. *Acta Biomaterialia*. (2) 297–311.
- [2] Yang, A., Wu, R., (2001) Mechanical properties and interfacial interaction of a novel bioabsorbable chitin fiber reinforced poly (ϵ -caprolactone) composite. *Journal of materials science letters*. (20) 977– 979.

RESUMEN 6.

BIOMASA MICROBIANA ASOCIADA AL CARBONO EN UN GRADIENTE SUCESIONAL DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Sandoval Aguilar, M., Yépez, E. A., Garatuzza Payán, J. y Valdez Torres L.
Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente
Instituto Tecnológico de Sonora
o.icamsa@gmail.com Tel.644 410 09 00 Ext. 2113

Palabras clave: Biomasa microbiana asociada al carbono, respiración inducida por sustrato.

Introducción. La biomasa microbiana del suelo juega un papel muy importante en la descomposición de la materia orgánica por lo que este parámetro puede ser utilizado para conocer la función edáfica y puede ser determinado por medio de la evaluación de la respiración del consorcio microbiano. El presente estudio determinó la biomasa microbiana asociada al carbono (BM-C) por medio de una adaptación de analizador de gases infrarrojo a la técnica de respiración por sustrato inducido (SIR) en una selva baja caducifolia (1)

Metodología. El método SIR para la determinación de BM-C se basa en la estimación de la respiración máxima inicial del suelo después de haber añadido un sustrato (glucosa), misma que es cuantificada mediante la medida de evolución de CO₂ (2). En este trabajo se utilizó un sistema de medición de respiración de suelo basado en cámaras dinámicas para determinar la tasa de respiración máxima inicial de 100 gr de suelo. Con este sistema se midió el incremento de CO₂ en la cámara cada segundo en un lapso de tres minutos para calcular la pendiente de la línea de mejor ajuste y calcular la tasa de evolución de CO₂ en $\mu\text{mol s}^{-1}$ por un periodo de cuatro horas. Se descartaron los primeros 60 segundos de medición, para obtener la pendiente de los 120 segundos restantes, de esta manera se tienen los valores de la pendiente de cada hora durante las 4 horas posteriores a la adición de glucosa. Los valores de BM-C se reportan en miligramos de carbono por gramos de suelo seco (mg g^{-1} suelo). Esta determinación se realizó en 24 muestras de suelo provenientes de 3 sitios de la selva baja caducifolia de la sierra de Álamos Sonora; un sitio maduro, uno pastoreado y uno abandonado. A cada muestra se le determinó el porcentaje de materia orgánica (% M.O) con el método de Walkley-Black, (1934).

Resultados y discusión. Los valores para la BM-C y % M.O, muestran que el sitio Maduro ($1192 \pm 99.9 \text{ mg g}^{-1}$ suelo y $4.38 \pm 0.4\%$ respectivamente) es diferente a los sitios que han sufrido algún cambio de uso de suelo, pero los sitios con pastoreo ($900 \pm 80.9 \text{ mg g}^{-1}$ suelo / $1.77 \pm 0.5\%$) y abandonado ($692 \pm 87.5 \text{ mg g}^{-1}$ suelo / $1.56 \pm 0.3\%$) son iguales estadísticamente, lo cual sugiere que los cambios de uso de suelo que son comunes en la región de Álamos Sonora, tienen un impacto fuerte en los procesos funcionales del suelo como la descomposición.

Conclusiones. La utilización de métodos instrumentales para la cuantificación de CO₂ por medio de la respiración, puede ser útil para conocer la actividad metabólica de las comunidades microbianas.

Bibliografía

- [1] Chapin III, F.S., P.A. Matson y H.A. Mooney. (2011) Descomposition and ecosystem carbon budgets. Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer, Nueva York
- [2] Anderson, T. H., & Domsch, K. H. (1978) A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. Soil Biol. Biochem. 10: 215–221.

RESUMEN 7.

TRATAMIENTO ANAEROBIO DE UN AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL CHOCOLATERA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Esparza Soto M., Ávila Arias J. y Ruelas Romero D. A.
Universidad Autónoma del Estado de México Centro Interamericano de Recursos del Agua,
Carretera Toluca-Atlacomulco Km 14.5, Unidad San Cayetano, Toluca, México, C.P.
50200, Tel.: 01 (722) 2 96 55 50 y 51, E-mail: mesparzas@uaemex.mx

Palabras Claves: RAFA, Agua Residual, Biogás.

Introducción. En nuestra sociedad actual es un imperativo restaurar la calidad del agua usada y descargada por las industrias, para la protección del medio ambiente. [1] Por este motivo, se requiere tratar agua residual de una industria chocolatera con una alta concentración de materia orgánica, medida como demanda química de oxígeno (DQO), de 3,000 a 6,000 mg/L. Como parte de la investigación se determinó la eficiencia de remoción de DQO biogás producido y su poder calorífico para mostrarlo como un sistema rentable desde el punto de vista energético.

Metodología. Para tratar el agua residual de una industria chocolatera, se operó un reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, por sus siglas en inglés) con un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 6 horas y un volumen de 0.244 m³, con un gasto diario de 900 L/d. El agua residual se acondicionó a un DQO de 1,500 mg/L, un pH de 7, 0.6 Litro de hidróxido de amonio y 1.5 kg de bicarbonato de sodio por cada metro cubico de agua acondicionada. Por las características propias del sistema se midieron los parámetros de pH y temperatura a las nueve horas durante 40 días, y los parámetros de DQO, alcalinidad, ácidos grasos volátiles, sólidos suspendidos volátiles, sólidos totales cada 72 hrs[2]. El biogás emergido del reactor fue captado por una campana la cual dirigía el producto hacia una pecera donde fue medido con un cronómetro para determinar el tiempo en que se llenaba un litro; posteriormente el biogás se condujo a un mechero bunsen, en donde se cuantificaba el tiempo en que se calentaba un litro de agua de la llave y así determinar el poder calorífico del biogás producido.

Resultados y Discusión. Por medio del monitoreo y el análisis diario de influente y efluente se determinó que el reactor UASB tenía una remoción de DQO entre 50 y 62 %, lo cual produjo entre 115 y 320 litros de biogás diarios. Durante la medición del poder calorífico del biogás, se determinó que por cada 7.14 minutos aumentó 3.57 grados centígrados, lo cual corresponde a 8.85 KJ por cada litro de biogás producido.

Conclusiones. El reactor UASB es una alternativa óptima para el tratamiento primario de efluentes de industrias chocolateras, pero no es candidato a suministrar biocombustible a las casas habitaciones, con el fin de sustituir al gas convencional, ya que se ocuparía

aproximadamente una 10 veces la cantidad de biogás para generar la misma cantidad de energía respecto al gas LP.

Bibliografía

[1] Bermúdez Savón, R, Rodríguez Pérez, S, De la C. Martínez Abreu, M, & Terry Brown, A 2003, 'VENTAJAS DEL EMPLEO DE REACTORES UASB EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUALES LÍQUIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS. (Spanish)', *Tecnología Química*, 23, 2, pp. 37-44, Academic Search Complete, EBSCOhost, viewed 20 September 2013.

[2] APHA 1995 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edn. American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environment Federation, Washington, DC.

RESUMEN 8.

EVALUACIÓN DE DOS COMPUESTOS CONTRA NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN CAPRINOS EN CLIMA SEMIARIDO DEL ESTADO DE SONORA

¹Campas Félix R., ¹Munguía Xóchihua J. A., ¹Flores Rodríguez L. A., ¹Reyna Granados J. R. y ¹Hernández Chávez J. F.

¹ Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur. Cd. Obregón, Sonora. 01(644) 4109000. ramiro.1225@hotmail.com

Palabras clave: Control, Caprinos, Parásitos.

Introducción. La producción de caprinos en el Estado de Sonora está en riesgo constante por la presencia de nematodos gastroentericos (NGE) que reducen el metabolismo energético para mantenimiento y producción, ocasionando importantes pérdidas económicas (1). Hay pocos estudios sobre la eficacia de los compuestos químicos contra NGE. Por lo cual el objetivo fue de evaluar la eficacia de la Ivermectina (IVER) y de Levamisol (LEV) en el control de las poblaciones de NGE en caprinos.

Metodología. El hato se localiza en el Municipio Quiriego, con clima semi-seco, predomina la selva baja caducifolia con pequeñas aéreas de mezquital. Los caprinos positivos a NGE infectados en forma natural, en forma aleatoria se distribuyeron en tres grupos de cinco animales: Grupo 1 con IVER a 200 mcg /kg vía subcutánea; Grupo 2 con LEV a 7.5 mg/Kg vía IM; Grupo 3 control infectados sin tratamiento. La toma de muestras de heces se realizó los días -15,0,2,4,7,14,21 y 28 días post tratamiento, se realizaron las técnicas de flotación y MacMaster en el laboratorio de Parasitología del Instituto Tecnológico de Sonora. Se evaluó el efecto de intensidad (EI) y extensión (EE) de los compuestos (Powers, *et al.*, 1982). Se comparó entre los grupos tratamiento y control con análisis de varianza para muestras independientes. prueba de "t" student, para comprar la eficacia entre compuestos y con el control por medio del paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión. Los resultados muestran que la IVER tuvo un efecto de intensidad (EI), al día 2 y 14 de 62.50 y 88:0% respectivamente, para disminuir los días 21 y 28 con 65.38 y 48.00%. El efecto de extensión (EE), al día 2, 14 y 28 fue de 60, 80 y 0% respectivamente. Para el LEV el EI al día 2, 4 y 21 fue de 79.17%, 81.82% y 88.46 %, respectivamente, al día 28 se obtuvo el 52 %. El EE se observó en los días 2 y 4 un 40%, los días 7,14 y 21 fue de 60%, y al día 28 de 20%. El grupo control siempre fue positivo con 100 a 400 de HGH. Los promedios y el error estándar entre los dos grupos tratamiento no fueron diferentes pero ambos compuestos pero fueron diferentes al grupo control (P<0.05). La reducción de HGH después del tratamiento para IVER y LEV fue menor al 95% sugiere que hay un problema de resistencia en los dos compuestos (3). El LEV fue mejor que la IVER, debido a que no se había aplicado en la explotación, así como a una subdosificación, aplicar dosis de ovinos o los indicios de resistencia.

Conclusiones. El LEV fue mejor en EI y EE que la IVER es un compuesto adecuado para el control de poblaciones de NGE en caprinos.

Bibliografía

[1] Sykes, A.R., McFarlane R.G., Familton AS. (1992). Parasites immunity and anthelmintic resistance. In: Speedy, A.W. (Ed), Progress in Sheep and Goat Research. CAB International,

Oxford, UK. pp. 179-191.

- [2] Powers, K.G., Wood, I.B., Eckart, J., Gibson, T., and Smith, H.J. (1982) World Associations for advancement of veterinary parasitology (W.A.V.P.). Guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in animals. *Vet. Parasitol.* 10: 265-284.
- [3] Coles, G.C., Bauer C., Borgsteede F.H.M., Geerts S., Klei T.R., Taylor M.A., Waller P.J. (1992). World association for the advancement of veterinary parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the advancement of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44 (1/2): 35-44.

RESUMEN 9.

GRADO DE CONOCIMIENTO DE HABITANTES DE SONORA EN EL TEMA DESALACIÓN

Dévora Isiordia G. E.; Cuevas Salazar, O., Saldivar Cabrales, J. y Cervantes Rivera K.
Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente
5 de febrero 818 sur, Cd. Obregón, Son., Mex. Tel: (644) 4109000 Ext. 1716. Fax: 4109001
german.devora@itson.edu.mx

Palabras clave: Desalación, escasez e hidrología.

Introducción. Desalación, una técnica que en la última década ha devuelto la esperanza a numerosos pueblos que veían como sus recursos hídricos inexorablemente se iban agotando, limitando por tanto su desarrollo e incluso su supervivencia (1). La desalación despierta un gran interés, que se va a acrecentar a medida que se va haciendo más patente en muchos países la escasez de recursos hídricos naturales (2). El agua, es una limitación importante para el desarrollo de los pueblos, debido a la dependencia que tienen tanto la agricultura, como la industria y la población (3)

Metodología. Se elaboró una encuesta de 11 preguntas, para conocer el grado de conocimiento de los habitantes del Estado de Sonora acerca del tema de desalación de aguas marinas. Las ciudades seleccionadas fueron aquellas que presentaron problemas de disponibilidad de agua. Para la aplicación de la encuesta se seleccionó a personas mayores de 20 años y sexo indistinto. La encuesta se elaboró utilizando el método de escalamiento Likert que va de totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo. Para obtener la confiabilidad se realizó una encuesta piloto, que consistió en administrar el instrumento a 60 personas con características semejantes a las de la muestra objetivo de la investigación. Se midió el grado de confiabilidad mediante el uso del software estadístico SPSS versión 17.0, obteniéndose un Alfa Cronbach de 0.80.

Resultados y discusión. La encuesta se aplicó en el Estado de Sonora, en las ciudades de Hermosillo, Guaymas y Cd. Obregón a 1,110 habitantes de las 3 localidades, de sexo indistinto y con 20 años de edad como mínimo. Las preguntas 1 ¿Usted considera que su servicio de agua potable actual es bueno? y 6 ¿Usted cree que desalinizar agua es un proceso costoso? son las que tuvieron los resultados más desfavorables, con 61.7% y 48.7% respectivamente. Las preguntas 2 ¿Apoyaría usted nuevas propuestas de mejoras sobre el servicio de agua? y 7 ¿Cree usted que el gobierno debe proporcionar apoyo económico para propuestas como desalinizar el agua? tuvieron la mayor aceptación con 81.8 % y 88.7 %, respectivamente. Se realizaron además, pruebas de hipótesis para cada una de las 11 preguntas considerando los datos de las 3 poblaciones. Las hipótesis planteadas para cada una de las preguntas fueron, como hipótesis nula, la opinión de los encuestados es que es favorable y, como hipótesis alterna, la opinión de los encuestados es no favorable. Las preguntas 1, 6, 9, 10, 11 resultaron estadísticamente significativas con un nivel de significancia de 0.05, por lo que, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna.

Conclusiones. Los encuestados consideran que su servicio de agua potable actual es de mala calidad, ante esa problemática actual ellos apoyarían nuevas propuestas de mejoras

sobre el servicio de agua. A los habitantes de estas tres localidades les gustaría conocer más acerca del tema desalación y consideran que se debe ampliar la información con respecto a este tema, ya que en esta región si existe un problema de escasez de agua. Consideran que no es un proceso costoso y piensan que el gobierno debe proporcionar apoyo económico para nuevas propuestas para desalinizar el agua

Bibliografía

- [1] Medina, J. A. (2000) Desalación de aguas salobres y de mar, ósmosis inversa. Editorial Mundi Prensa, Madrid, España 799 pp.
- [2] Khawaji, A.D., Kutubkhanah, I.K y Wie, J. (2008) Advances in seawater desalination technologies, Journal for Desalination. 221, 47-69.
- [3] Lattemann, S (2008). Vertido de Salmuera: Impacto y Soluciones. Institute for Chemistry and Biology of the Environment. USA.

RESUMEN 10.

CREMA CORPORAL A BASE DE ACEITE DE *MORINGA OLEÍFERA*: EVALUACIÓN REOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA

Suárez Lozano, D.^{*}, Sánchez Machado D. I.^{a*}, López-Cervantes J.^{*}, Campas Baypoli O.N.^{*}.
^{*}Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora,
5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Son. MX-85000, México, ^aCorrespondencia:
dalia.sanchez@itson.edu.mx

Palabras clave: Producto cosmético, Sábila, Semilla.

Introducción. En los últimos años ha aumentado la demanda de aceites de semillas como ingredientes alternativos naturales para alimentos y cosméticos (1). En la semilla de *Moringa oleifera* el 40% es aceite y el ácido graso más abundante es el oleico (73%), además contiene tocoferoles los cuales son buenos para la prevención o corrección de daños en la piel. El objetivo de este trabajo es caracterizar una crema a base de aceite de moringa mediante análisis químico, físicos y reológicos y evaluar su estabilidad.

Metodología. Las semillas se recolectaron en una región cercana a Hornos, Sonora, México. La semilla se retiró de la vaina, se descascarillo y se molió. Posteriormente, se extrajo el aceite con hexano por sonicación y solventes. El aceite crudo fue refinado mediante neutralización, desgomado y blanqueado. Se caracterizó físicamente por índice de refracción y acidez por métodos oficiales y perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Se formularon 3 tipos de crema (aceite:agua, aceite:sábila y aceite:sábila:agua) a 3 concentraciones (50:50, 55:45 y 60:40 v/v) para las dos primeras y (50:25:25, 55:22.5:22.5 y 60:20:20 v/v) para la última formulación, utilizando bórax como emulsificante. Se llevaron a 60°C la fase oleosa (FO) y acuosa (FA), después, se agregó la FA en FO con agitación hasta llegar a una temperatura ambiente. Se determinó humedad por gravimetría a 60°C/12 hr, para el pH se adicionó 1g de crema en 10 ml de agua destilada y se agito, previamente a su medición. En el análisis reológico se evaluó la consistencia en un consistómetro Bostwick (2) y extensibilidad por medición de área (3).

Resultados y discusión. Las formulaciones mostraron un porcentaje mayor de humedad aproximadamente de 2% al de la FA debido a la densidad que presenta el aceite. Las muestras que presentaron mayor pH siendo la concentración 50:50 (aceite:agua) con 8.5, y la de menor la de 50:50 (aceite:sábila) de 6.25, esto se debe al pH bajo de la sábila. Para la prueba reológica se encontró una mayor extensibilidad de 66.42 a 159.36 cm² en las elaboradas a base aceite y agua debido a que la sábila da una mayor viscosidad siendo la de aceite:sábila la que presento una menor extensibilidad de 26.73 a 68.37 cm², de igual manera para la consistencia obteniendo valores de 12.86 y 1 cm para (aceite:agua y aceite:sábila:agua), respectivamente.

Conclusión. La crema de aceite de moringa por sus características es una nueva opción de aplicación de las semillas de este vegetal.

Bibliografía

- [1] Vermaak G., Kamatou B., Komane-Mofokeng A.M., Viljoen K., Beckett. (2011). African seed oils of commercial importance - Cosmetic applications. South African Journal of Botany, 77, 920-933.
- [2] Igual M., Contreras C., Martínez-Navarrete N. (2010). Non-conventional techniques to

obtain grapefruit jam. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11, 335-341.

[3] Pérez P., Nieto Acosta I., Bilbao O., Reboredo I., López Torres A., González Cabrer L. (2013). Design of a regenerative chitin cream for use after sun tanning. *Rev Cubana Farm.* vol.47, n.2, 238-251.

RESUMEN 11.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUMUS DE LOMBRIZ PRODUCIDO EN UNA EMPRESA AGROPECUARIA EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Enríquez Quezada L. D. ⁽¹⁾ y Castro Urrea M. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Tecnológico de Sonora correo electrónico: david_e_q@hotmail.com

⁽²⁾ Instituto Tecnológico de Sonora correo electrónico: maribel.castro@itson.edu.mx

Resumen

La lombricultura es una técnica natural y sostenible para producir humus de calidad a partir de restos de materia orgánica, mediante su transformación digestiva y metabólica por la crianza de lombrices de tierra. El humus actúa como abono orgánico, mejora la actividad biológica del suelo, favorece la absorción de nutrientes, mejora su estructura e incrementa la retención de la humedad. En este estudio se utilizó estiércol de bovino como materia prima y lombriz roja de California (*Eisenia foetida*), se evaluó la calidad del humus de lombriz en base a la NMX-FF-109-SCFI-2008. Se realizaron análisis de pH, humedad, conductividad eléctrica (CE), determinación de materia orgánica, N total, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico (CIC), densidad aparente, % de ácidos húmicos y de fitotoxicidad del humus de lombriz en tres etapas de maduración (0 meses, 6 meses y 12 meses) del proceso; así mismo se analizó *E. coli* y *Salmonella*. Los resultados de pH y humedad no cumplen con las especificaciones que marca la norma, la CE de las muestras de 6 y 12 meses cumple con lo establecido. Se observó un incremento de materia orgánica y una disminución de N en las muestras conforme se incrementa el tiempo de maduración de la composta; la relación C/N mantiene valores por debajo de lo establecido (<20); no se cumple con los niveles establecidos para CIC. El % de ácidos húmicos se mantuvo constante de los 6 hasta los 12 meses sin embargo con valores por abajo del humus que se encuentra en el mercado. No existen riesgos fitotóxicos en la composta a los 6 y 12 meses de maduración. No se detectó *Salmonella* y los valores de *E coli* están dentro de la normatividad. Se concluye que el humus de lombriz producido por esta empresa no representa riesgo bacteriológico ni fitotóxico, sin embargo no cumple con los requerimientos fisicoquímicos que establece la normatividad vigente. Se recomiendan cambios específicos en el proceso como la adición de aditivos para mejorar la calidad del humus de lombriz, además trabajar en su estandarización y posteriormente caracterizar la calidad del producto para su venta y comercialización.

RESUMEN 12.

IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS E INDICADORES DE CONTAMINACIÓN EN UN BIODIGESTOR ALIMENTADO CON HECES DE RUMIANTES

Morales Flores D., Pérez Morales R. y Acedo Félix E.

Palabras claves: Biodigestor, Cinética bacteriana, Biofertilizante.

Introducción. Los desechos orgánicos requieren un tratamiento para evitar daños a la salud. Durante años se ha sugerido el uso biodigestores como una alternativa biotecnológica para realizar el tratamiento biológico de los residuos, mediante digestión (4). La digestión se produce por los microorganismos anaerobios, produciéndose cantidades importantes de biogás y un residuo rico en nutrientes, que después de una estabilización química (2), se obtiene un biofertilizante libre de microorganismos patógenos e indicadores de contaminación (4). El objetivo de este trabajo es aislar e identificar microorganismos patógenos e indicadores de contaminación presentes en un Biodigestor de régimen semicontinuo con compartimiento anaerobio, para la obtención de un fertilizante orgánico.

Matodología. Se llenó el biodigestor con una mezcla de estiércol de rumiantes, en una proporción 2:6 de estiércol:agua y una vez que se inició la aparición de biogás, se alimentó cada 48 horas, durante 1 año, con 200 litros de la misma mezcla. El tiempo de retención de la muestra fue de 8 semanas y se diseñó un plan de muestreos del biofertilizante en los periodos de primavera-verano 2012 y otoño-invierno 2012-2013, con un total de 48 muestras. En el laboratorio se realizó la identificación de *Escherichia coli* O157:H7 de acuerdo al Manual de Bacteriología Analítica (1); *Salmonella* spp., mediante la NOM-114-SSA1-1994; *Listeria* spp., mediante la NOM-143-SSA1-1995; y coliformes fecales y totales mediante la técnica del Número Más Probable, NMX-AA-42-1987 y la NOM-112-SSA1-1994. Basados en los resultados se realizó un comparativo entre los 2 periodos para identificar los tratamientos que cumplieron con la NOM-003-ECOL-1997.

Resultados y Discusión. En las muestras tomadas durante el período Otoño-invierno, no se encontró la presencia de microorganismos patógenos en las muestras. Mientras que en el caso de las muestras de primavera-verano, se encontró la presencia de *Escherichia coli* O157:H7 en dos muestras. Para el caso de *Salmonella* spp se encontró en 4 muestras tomadas de manera continua y posteriormente se comprobó que se debió a contaminación externa, sin embargo en ninguna de las muestras se aisló *Listeria monocytogenes*. En el caso de los coliformes fecales, las cuentas en el material de inoculación de las bolsas fue mayor durante el período de otoño-invierno y se obtuvo una disminución de aproximadamente el 99% de los coliformes, aun cuando al final del proceso digestivo sólo 4 de las muestras tenían cuentas por debajo de los límites permisibles de la Norma Oficial Mexicana Ecológica para aguas residuales, que son de 240 NMP/100 mL para uso de agua de uso público con contacto directo y de 1000 NMP/100 mL para aguas de uso directo u ocasional.

Conclusión. Las condiciones del biodigestor utilizado para el tratamiento de las heces de rumiantes disminuyeron la cantidad de coliformes fecales, pudiendo quedar aprobados por

Norma en el período de primavera-verano, por lo que es necesario ajustar los tiempos de retención durante los meses de otoño-invierno.

Bibliografía

- [1] Feng P., SD. Weagant, M A. Grant, W. Burkhardt. 2002. Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. In Bacteriological Analytical Manual, 8th Edition, Revision A (1998). Chapter 4.
- [2] Lozano LA. Zabala F. Rojas IA. 2008. Proceso de la descomposición de los residuos vegetales de la Universidad Industrial Santander mediante compostaje. UIS Ingenierías, Volumen 7, No. 2, págs. 227 - 236.
- [3] Morales GE. Peláez CA. 2010. Evaluación cinética de los Dípteros como indicadores de la evolución del proceso de Compostaje. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 9, No. 17, pp. 13-28 - ISSN 1692-3324.
- [4] Teglia C. Tremier A. Martel JL. 2010. Characterization of solid digestates: Part 1, review of existing indicators to assess solid digestates agricultural use. Springer Science. Business Media B.V. 2010.

RESUMEN 13.

FLUJO DE POLEN: UN COMPONENTE DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES, DEL MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO, EN MÉXICO

Castro Espinoza L., Gutiérrez Coronado M. A., Martínez Carrillo J. L., Arellano Gil M. y Tineo García L.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, teléfono (644) 4100900 extensión 2089, luciano.castro@itson.edu.mx

Palabras clave: maíz GM, medidas de bioseguridad, restricciones ambientales.

Introducción. La siembra experimental de híbridos de maíz genéticamente modificado (MGM) se inició en México en el año 2009. Uno de los aspectos que se pretende cubrir en esta fase del proceso regulatorio es recabar información local, en los diferentes distritos de riego, sobre el flujo de genes mediados por polen. Con esto la autoridad competente dispondrá de elementos para establecer medidas restrictivas que permitan la coexistencia de MGM con el maíz convencional, en un ambiente donde se han minimizado los riesgos de polinización entre plantas de parcelas vecinas. La dispersión del polen está determinada por una diversidad de factores ambientales y físicos como la dirección, turbulencia y velocidad del viento; la humedad, viscosidad y densidad del aire también influyen^{1,2}. Una vez liberados de las anteras, los granos de polen deben mantenerse viables el tiempo suficiente para que alcancen a llegar a un estigma viable para completar el proceso de polinización. El objetivo de este trabajo es documentar el flujo génico vía polen (frecuencia x distancia) en maíz bajo condiciones de campo en los estados de Sonora y Baja California Sur.

Metodología. Se utilizaron híbridos de maíz de fondo genético similar pero contrastantes en el color de la semilla (amarilla y blanca). Por el carácter dominante del color amarillo sobre el blanco, los híbridos amarillos se sembraron en el área central del experimento y el híbrido convencional de grano color blanco, empleado como material receptor, se sembró rodeándolo completamente en todas direcciones para tener un bloque sólido de maíz. El flujo génico mediado por polen se cuantificó en las plantas de material receptor con la presencia de granos de color amarillo a diferentes distancias y direcciones de la fuente. La viabilidad del polen fue evaluada aplicando la metodología de tinción de Alexander³. Información de las condiciones meteorológicas durante el periodo de floración fue obtenida de estaciones cercanas a los predios.

Resultados y discusión. Los materiales empleados como donador y receptor de polen presentaron coincidencia floral y reproductiva, condición necesaria para permitir su entrecruzamiento con la mayor probabilidad posible. Los datos obtenidos en las diferentes direcciones se ajustaron a un modelo exponencial para la variable porcentaje de flujo de polen (con una r^2 mayor de 0.99), por lo que fue posible un análisis combinado en todas direcciones. El total de porcentaje de flujo de polen cayó de 14.8% en las plantas receptoras adyacentes (0.8 m) a solo 0.74% a los 25 m, en BCS; en Sonora cayó de 9.2% en plantas adyacentes (0.85 m) a 0.70% a los 25.6 m. El análisis de polen mostró que éste deja de ser viable después de dos horas de exposición a las condiciones ambientales.

Conclusiones. Los resultados son coincidentes con estudios realizados en otras parte del mundo, donde los mayores porcentajes de flujo de polen se observan en plantas

adyacente y disminuyen rápidamente inclusive en las plantas que se encontraron a favor del viento.

Bibliografía

- [1] Riesgo, L., F.J. Areal, O. Sanvido y E. Rodriguez-Cerezo. 2010. Distances needed to limit cross-fertilization between GM and conventional maize in Europe. *Nature Biotechnology* Vol. 28, 780-782.
- [2] Luna, V. S., J.M. Figueroa, B.M. Baltazar, R.L. Gomez, R. Townsend y J.B. Schoper 2001. Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. *Crop Sci.* 41:1551-1557.
- [3] Alexander, M.P. 1969. Differential staining of aborted and nonaborted pollen. *Stain Technology.* 44(3): 117-122.

RESUMEN 14. FASE DE ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* EN LA MICROPROPAGACIÓN DE *ALOE VERA*

Ibarra Von S. R.* , Tineo García L., López Cervantes J., Sánchez Machado D. I. y Campas Baypoli O. N.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Son. MX-85000, México.

Palabras clave: Micropropagación, Aloe, Establecimiento.

Introducción. La sábila (*Aloe Barbadensis Mill*) se destaca entre las especies del género *Aloe* por su importancia para la industria medicinal y cosmetológica [1]. En México, la expansión del área cultivada destinada a satisfacer la demanda de productos medicinales ha encontrado limitaciones debido a la carencia de técnicas de propagación comercial eficientes. El cultivo de tejidos constituye una de las alternativas tecnológicas más utilizadas para la propagación rápida de cultivos con bajos índices de multiplicación, puesto que se logra la producción masiva de plantas sanas de alta calidad y libres de patógenos que afectan el desarrollo y aprovechamiento del cultivo [2]. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una metodología para la fase de establecimiento de sábila.

Materiales y métodos. El material vegetal (hijuelos de plantas jóvenes) fue obtenido localmente y desinfectado por la metodología propuesta por Albany [1] (Figura 1-a). La manipulación se realizó en área aséptica, la secuencia de desinfección fue con Captan 50, y enjuagues de agua destilada estéril. Posteriormente, en la campana de flujo laminar los explantes se desinfectaron con diversas concentraciones de NaClO al 0.25%, 1% ,2% ,3% y 4% seguido de enjuagues con agua estéril antes de sembrar. El medio de cultivo fue preparado con BA, sales MS, y Agar-agar, carbón activo y ácido ascórbico.

Discusión de resultados. En la (figura 1-b) se muestran los explantes a los 6 días, los explantes con menor concentración fueron los primeros en desarrollar infecciones. A partir de la segunda semana se observa la formación de hongos y de esporas solo en concentraciones de 0.25% y 1% de NaClO. La concentración de 4% muestra buenos resultados debido a que no se presentó infección del material vegetal y el explante (figura 1-c) aumento de tamaño significativamente.



Figura 1. a b c

Conclusiones. La desinfección de los explantes para la fase de establecimiento fue exitosa al utilizar 4% de NaClO, observándose ver los resultados rápido.

Bibliografía

[1] J. Perez, N. Albany, J. Vilchez, S. Leon de Sierralta y M. Molina. Effect of culture media on the in vitro multiplication of Aloe barbadensis Mill. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Departamento de Química.

[2] N. Albany, J. Vilchez, S. León de Sierralta, M. Molina y P. Chacín. (2006). Una metodología para la propagación in vitro de Aloe vera L. Dpto. Química, Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia.

RESUMEN 15.

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ROTACIÓN CON MAÍZ Y SORGO EN EL VALLE DEL YAQUI PARA LA OBTENCIÓN DE MAYOR RENDIMIENTO ECONÓMICO Y PARÁMETROS NUTRICIONALES EN ENSILADO, 2011-2012

Alday López J., Gutiérrez Coronado M., Arellano Gil M., Martínez Carrillo J. y Castro Espinoza L.

Instituto Tecnológico de Sonora. 644 1374637 Templario_T@hotmail.com

Palabras clave: Maíz, sorgo, forraje.

Introducción. La alimentación pecuaria en la actualidad presenta grandes retos. El maíz y el sorgo forrajeros son opciones viables para cubrir esta necesidad. Deben analizarse la digestibilidad, variabilidad genética, parámetros nutricionales y rendimiento de los híbridos de maíz y sorgo (1). La naturaleza de la actividad pecuaria exige una provisión constante de alimentos. El objetivo de este trabajo es comparar estrategias de rotación y fechas de siembra de híbridos disponibles de maíz y sorgo mediante la experimentación en campo y análisis de laboratorio en función del rendimiento y contenido nutricional fresco y ensilado para obtener el máximo beneficio.

Metodología. Esta investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques al azar con dos estrategias de rotación y fechas de siembra con cuatro repeticiones distribuidas en dos experimentos. Se cortaron muestras de 6.4 m² por unidad experimental. Se evaluaron dos sistemas constando de Maíz-Maíz-Maíz y Maíz-Sorgo-Sorgo. Las fechas de siembra fueron tres para la primera estrategia de rotación y dos para la segunda estrategia pero se consideran como tres fechas por el sorgo programado a dos cortes. Para comparar el éxito de las estrategias se elaboró una tabla que contiene los datos más representativos y de importancia para los agricultores de la región. Los análisis nutrimentales antes y después del ensilado se realizaron bajo el método estándar descrito en A.O.A.C (2).

Resultados y discusión. La rotación de maíz-maíz-maíz resultó ser eficiente sobre todo si se cuenta con una disponibilidad de agua abundante todo el año. Esta rotación reflejó rendimientos anuales que van desde las 114 a las 134 ton/ha dependiendo de los híbridos utilizados, la rotación de maíz-sorgo-sorgo (M-S-S), reflejó rendimientos mayores a los de la primera estrategia resultados concordantes con otros autores (3).

Conclusiones. Se concluye que la estrategia de rotación de sembrar 3 veces en un año es viable siempre y cuando se cuente con los recursos para hacerlo (agua principalmente), y se confirma que la utilización de ensilados es una herramienta muy útil para cubrir las necesidades constantes de alimentación y aumento de porcentaje nutrimental de los forrajes.

Bibliografía

- [1] Boon, E., P. Struik, F. Engels, J. Cone. 2005. Stem characteristics of two forage maize (*Zea mays* L.) cultivars varying in whole plant digestibility. II. Relation between in vitro rumen fermentation characteristics and anatomical and chemical features within a single internode. Wageningen Journal of Life Sciences, 53:87-109.
- [2] Association Of Analytical Communities. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Off Analytical Chemist.

[3] Mupangwa, W., Twomlow, S. Walker, S., 2012. Reduced tillage, mulching and rotational effects on maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (Walp) L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.(Moench)) yields under semi-arid conditions. Field Crop Research, 132:139–148.

RESUMEN 16.

EXPRESIÓN DE GENES DE SÍNTESIS DE BIOPLÁSTICOS EN *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* TRANSFORMADAS

Pereyra Camacho M., Mejía Armenta R., Jiménez Leyva M., Peraza Magallanes A.,
Navarro Muñoz A., Calderón Vázquez, C.* y Badillo Corona J.²
Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Sinaloa. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes
250. Guasave, Sinaloa. CP 81101, (687) 872 9606. ²Instituto Politécnico Nacional. UPIBI.
Acueducto s/n La Laguna Ticomán, Gustavo A. Madero CP 07340 Distrito Federal. Tel.
(555) 729 6000. *ccalderon@ipn.mx.

Palabras clave: algas, bioplásticos, ingeniería genética

Introducción. Los polihidroxialcanoatos (PHAs) son biopolímeros conocidos como bioplásticos, con características físicas similares a los polímeros utilizados actualmente y presentan una alternativa sustentable para su reemplazo [1]. Estos polímeros son sintetizados en bacterias a partir de Acetil CoA por la acción secuencial de los productos de los genes *phaA*, *phaB* y *phaC*. Una alternativa para su producción es por medio de la expresión de estos genes en cloroplastos de algas fotosintéticas como *C. reinhardtii* [2]. Este organismo es fotosintético y presenta ventajas para la producción a gran escala de PHA [3]. Este trabajo describe la expresión de los genes *phaA*, *phaB* y *phaC* en cloroplastos de *C. reinhardtii* con lo cual se espera que estos organismos sean capaces de sintetizar estos biopolímeros.

Metodología. Las líneas seleccionadas potencialmente productoras de bioplásticos, obtenidas como resultado de la transformación genética fueron sujetas a análisis molecular. Las cepas transformadas fueron crecidas en medio TAP líquido y sólido (con 1.5% de agar) a 25-28°C a pH de 7 bajo una emisión lumínica entre 4000 a 7000 luxes. Posteriormente se analizaron por PCR para comprobar la presencia de los genes de interés *phaA*, *phaB* y *phaC* y para determinar la correcta inserción de los genes en la región intergénica *psbA-5S rDNA*. Para esto se extrajo ADN por el método del CTAB al 3% y se amplificó con Taq DNA polimerasa (Invitrogen), los productos de PCR fueron visualizados con electroforesis en geles de agarosa al 1%. Este análisis permitió determinar la correcta inserción de los tres genes. Una vez demostrado que los genes se insertaron correctamente, se determinó la presencia del mRNA para cada uno de los genes de interés por análisis de la expresión del gen por medio de la técnica de RT-PCR. Para esto, se extrajo ARN total de las cepas transformadas y la silvestre por medio del amortiguador Trizol (Invitrogen) con el protocolo recomendado por el fabricante. Posteriormente se empleó una retrotranscriptasa (Superscript III, Invitrogen) para obtener el cDNA que funciona como molde para las reacciones de PCR específico para los fragmentos de *phaA*, *phaB* y *phaC*.

Resultados y discusión. Al momento, se tienen cuatro diferentes versiones de las cepas de las algas con diferentes combinaciones de los genes: p320A, p320C, p320AC y p320ABC. De éstas se extrajo ADN y se confirmó que cada versión tiene fragmentos de genes respectivos. De la misma forma, se extrajo ARN total y se encontró que existe presencia del mensajero respectivo en las cepas p320A y p320C, el análisis de p320AC y p320ABC, está en proceso. En contraste, la cepa silvestre no mostró presencia de ningún mRNA de los genes en estudio.

Conclusiones. Con los resultados obtenidos se confirma que las cpas obtenidas contienen los transgenes respectivos en su genoma y que éstos a su vez están expresando activamente los mensajeros de los genes phaA y phaC. Esto significa que las cepas tienen la maquinaria genética-transcripcional para poder sintetizar los polímeros PHA.

Bibliografía

- [1] Snell, K. D., y Peoples, O.P. (2002). Polyhydroxyalkanoates Polymers and Their Production in Transgenic Plants. *Metabolic Engineering*, 4, 29-40.
- [2] Thompson, R., Swan, S., Moore, C., y vom Saal, F. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal society*, 364 (1526), 1973-1976.
- [3] Walker, T., Purton, S., Becker, D., y Collet, C. (2005). Microalgae as bioreactors. *Plant Cell Reports*, 24, 629-641.

RESUMEN 17.

SÍNTESIS DE APÓSITOS DE QUITOSANO – ÁCIDO HIALURÓNICO

Villa Díaz de León J. F., Sánchez Machado D. I., López Cervantes J. y Campas Baypoli O.N.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora. Mx-85000, México. e-mail:

Jaime.lopez@itson.edu.mx

Palabras clave: Quitosano, Ácido hialurónico, hemostasia.

Introducción. En los últimos años, ha habido un interés significativo en el desarrollo de nuevos agentes hemostáticos externos cuando los métodos convencionales fallan. El Quitosano es un polímero catiónico natural, biodegradable, biocompatible, no tóxico y biofuncional. A diferencia de los polímeros sintéticos, el QS promueve la adhesión, la proliferación y diferenciación celular, con una mínima reacción al cuerpo en la implantación [1]. El ácido hialurónico es un glucosaminoglucano que promueve la proliferación celular y cicatrización de la piel. El objetivo de esta investigación fue diseñar apósitos en forma de esponja en base a hidrogeles de quitosano para evaluar sus propiedades.

Metodología. El Quitosano (QS) Figura 1, fue obtenido por desacetilación termoalcalina de quitina. Se le determinó el grado de desacetilación por espectrofotometría. Se cuantificó nitrógeno por Kjeldahl, humedad y cenizas de acuerdo con la AOAC (1990). El peso molecular se estimó por viscosidad. Para la formación de apósitos, Figura 2, el quitosano (2% P/V) se disolvió en una solución de ácido acético 1N, y diversas cantidades de ácido hialurónico (AH) se añadieron en relación 2:1 (QS/AH). Posteriormente las soluciones se desgasificaron por centrifugación. Después se congelaron a -10°C durante 1 día y se liofilizaron a -45°C durante 6 h. Una vez formados los apósitos se les realizó FTIR para identificar los grupos funcionales de QS - AH y se confirmó la presencia de AH en la matriz polimérica del QS.

Resultados y discusión. Los espectrogramas de FTIR, Figura 3, presencian un pico a $1,254\text{ cm}^{-1}$ en el espectro de la esponja de QS sin AH mientras para la esponja de AH el cual está ausente. Lo cual coincide con lo preportado [2], para un pico de 1259 cm^{-1} . Además disminuye la intensidad relativa en el pico a 1408 cm^{-1} en el espectro de las esponjas de QS-AH en comparación del mismo pico en ausencia de AH. Esos dos factores indican la presencia de ambos polímeros en la esponja y al AH retenido.



Figura 1. Quitosano QS-AH



Figura 2. Apósito QS-AH



Figura 3. Espectrograma QS-AH

Conclusión

Los revestimientos para heridas en base a QS - AH pueden ser una alternativa para apósitos enfocados hacia aplicaciones biomédicas.

Bibliografía

- [1] Li Z., Ramay R. H., Hauch D. K., Xiao D. Y Zhang M. (2005). Chitosan–alginate hybrid scaffolds for bone tissue engineering. *Biomaterials* 26 pp: 3919. www.elsevier.com/locate/biomaterials
- Peniche C., Fernández M., Rodríguez G., Parra J., Jiménez J., Bravo L. A., Gómez D. Y Román S. J. (2007). Cell supports of chitosan/hyaluronic acid and chondroitin sulphate systems. Morphology and biological behavior. *J Mater Sci: Mater Med* 18: pp 1721

RESUMEN 18.
EVALUACIÓN DEL USO DE ANTIOXIDANTES Y ENVASADO AL VACÍO PARA
EL PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE PULPA DE AGUACATE
(PERSEA AMERICANA, VARIEDAD HASS)

Holguín Soto R., Ruiz Cruz S. y Ríos Gutiérrez E. I.
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5
de Febrero 818 Sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora, México,
Tel. 01(644) 410-9000 ext. 2117.

Resumen

El uso de frutas listas para consumir y/o usar ha aumentado en los últimos años. El aguacate pudiera ser una alternativa más dentro de la diversificación de esta industria. Sin embargo, dentro de los principales problemas que limitan su uso es que es rápidamente oxidado. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue el evaluar diferentes antioxidantes, empackado al vacío y refrigeración en la reducción del oscurecimiento en pulpa de aguacate. Método: Los frutos de aguacate fueron sanitizados y cortados a la mitad (obtención de pulpa), posteriormente fueron tratados por inmersión con diferentes concentraciones de ácido cítrico (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5) y ácido ascórbico (0.010, 0.015, 0.020, 0.025, 0.030) por 5 min seguido de empackaron al vacío y se almacenaron (a 5 ± 2 °C y -15 ± 2 °C.) por 24 horas. A intervalos de 7 días, se evaluó el oscurecimiento, la aceptabilidad general, análisis bromatológico y población microbiana.

Resultados. Se encontró que el oscurecimiento enzimático disminuyó en los tratamientos con ácido cítrico (0.4 - 0.5%) y ácido ascórbico (0.025 - 0.03%), almacenados a -15 ± 2 °C. No se encontraron diferencias significativas en los parámetros bromatológicos (humedad, fibra, cenizas, proteínas, grasas) entre los tratamientos y el control (pulpa no tratada). Asimismo, no se observaron diferencias en la población microbiana y los valores de estos están en los niveles aceptables conforme a la NOM-093-SSA1-1994. Se observó una mayor aceptabilidad en las pulpas tratadas con los diferentes antioxidantes, con respecto al control.

Conclusión. El uso de ácido cítrico y ascórbico (0.4% y 0,025%), aunado con el envasado al vacío disminuyen el oscurecimiento por al menos 3 meses almacenados a -15 °C. Por lo que, podrían ser una alternativa para prolongar la vida de anaquel de pulpa de aguacate.

RESUMEN 19.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS ALIMENTOS EN LA CAFETERÍA DEL CBTIS 37

Vivas Franco M. L., Félix Fuentes A.², Chávez Almanza A. F.² y Flores Montes G. V.¹
¹CBTis 37. Hidalgo 2000 Pte. Col. Yukuhimari C.P 85120. Cd. Obregón Sonora. Tel. 644 4133335, 4174711 lvivasmx@yahoo.com ² ITSON

Palabras Claves: Higiene, salud, microbiología.

Introducción. Es importante resaltar que la concentración microbiana en los alimentos puede causar alteraciones, además de enfermedades para el consumidor. Por ello se decidió llevar a cabo una investigación en la que se evaluó la calidad sanitaria de los alimentos, superficies vivas e inertes y ambiente de la cafetería del CBTis #37; Las medidas de control en la inocuidad alimentaria representan una responsabilidad que involucra a las personas que manipulan, almacenan y expiden a la venta los alimentos (1). Por esto que la OMS (Organización Mundial de la Salud) y las NOM (Normas Oficiales Mexicanas) estipulan las medidas que conciernen al control de esta inocuidad deben cumplir con las etapas que refieren al proceso de elaboración, desde la manufactura y almacenaje, hasta la distribución del alimento, en todas estas etapas existe el riesgo de contaminar el alimento (2) El objetivo es conocer la calidad sanitaria de los alimentos que se expenden en esta cafetería.

Metodología. Se analizaron las superficies inertes, las cuales corresponden a los lugares y los utensilios utilizados durante el proceso de elaboración del alimento, fueron las siguientes: superficie inerte 1 (tabla para picar), superficie inerte 2 (cuchillo), superficie inerte 3 (mesa de preparación), superficie inerte 4 (barra donde se expiden los alimentos), superficie 5 (suelo). En lo referente al ambiente, se toman 6 muestras distribuidas en los puntos más importantes de todo el establecimiento: área 1 (mesas de los maestros), área 2 (refrigerador de alimentos), área 3 (barra de preparación de alimentos), área 4 (suelo debajo de la barra de preparación), área 5 (barra donde se expiden los alimentos), área 6 (mesas de los alumnos).

Los análisis realizados a las muestras de alimento fueron: Cuenta Total de Microorganismos Mesófilos Aerobios en placa, Hongos y Levaduras en placa, NMP (Número Más Probable) de Coliformes Totales y Fecales por la técnica de fermentación de tubos múltiples, e identificación de *Salmonella sp.*; Cuenta Total de Coliformes Totales y Microorganismos Mesófilos Aerobios en placa en el caso de las superficies vivas e inertes; en el ambiente únicamente se efectuó la Cuenta Total de Microorganismos Mesófilos Aerobios por la técnica de placa abierta.

Resultados. En lo que se refiere a la verificación de las superficies vivas, siguiendo la **NOM-093-SSA1-1994** (3), el 80% de las muestras se encuentra dentro de los límites permisibles. Los resultados ambientales salen de los parámetros pero en ello no existe límites permisibles, entendible por el flujo constante de estudiantes y tener áreas abiertas al público. En las superficies inertes el 98% de la muestras se encuentran en los límites permisibles. Dentro de los alimentos el 95% está dentro de lo establecido.

Conclusiones. En general se puede decir que las condiciones de trabajo y la forma de manipular los alimentos en la cafetería del CBTis 37 son aceptables, sin embargo son susceptibles de mejora.

Bibliografía

[1] Prescott Lansing M., Harley John P., Klein Donald A et. al. (2004). *Microbiología*, quinta edición. McGRAW-Hill, Madrid, España.

[2] LORNA A., REMBAD M. (2006). Calidad Alimentaria. De:
http://www.calidadalimentaria.net/que_son_las_etas.php

[3] SECRETARÍA DE SALUD. (2013) Normas Oficiales Mexicanas. De:
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/bv/nomsc.htm>

RESUMEN 20.

LIBERACIÓN DE CATEQUINA EN PELÍCULAS COMPATIBILIZADAS DE POLIETILENO HACIA SIMULANTES DE ALIMENTOS Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Valenzuela Buitimea, E. L.¹, Ocaño Higuera, V. M.¹, Castillo Yáñez, F. J.¹, Graciano Verdugo, A. Z.¹ y Otero León C. B.¹

¹Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora C.P. 83000, México. Tel. (662) 2 59 21 63 Correo: abril@guayacan.uson.mx

Palabras clave: galato de epigallocatequina, actividad antioxidante, envase activo.

Introducción. El envasado activo permite la incorporación de antioxidantes al material de envase promoviendo la liberación gradual del compuesto, y retardando los procesos oxidativos en alimentos. En el presente trabajo se propone la incorporación del galato de epigallocatequina (GEGC, flavonoide de origen natural) y un agente compatibilizante a películas de polietileno de baja densidad (PEBD), como una alternativa de conservación de alimentos.

Metodología. Se elaboraron películas de PEBD con 0.5 y 5% de GEGC, y agente compatibilizante. Se evaluó la migración por efecto de la concentración de GEGC y presencia de compatibilizante a 4°C, por 14 y 28 días en etanol 95% y agua (simulantes de alimentos), respectivamente. Se determinó la actividad antioxidante de las películas por efecto del compatibilizante y la concentración del GEGC, mediante las técnicas DPPH y ABTS.

Resultados y discusión. La migración mostró mayor liberación del GEGC en etanol al 95%; con efecto de la concentración del compuesto, y mayor liberación en las concentraciones de 5% GEGC. Se encontró efecto de la adición del compatibilizante en los tratamientos con 5% GEGC. Se obtuvo mayor actividad antioxidante en el ensayo DPPH (78.6 y 25.5%, para 5 y 0.5% GEGC respectivamente) con respecto al ensayo ABTS (44.4% y 11.9%,), con efecto de la concentración del GEGC; y de la adición del compatibilizante sólo en ABTS.

Conclusiones. La migración del GEGC en películas de PEBD indica que su liberación se ve influenciada por el tipo de simulante empleado, la presencia de compatibilizante y la concentración de GEGC. La capacidad antioxidante muestra que a mayor concentración de GEGC, mayor es su actividad. En el ensayo ABTS, se encontró efecto del agente compatibilizante. La incorporación de antioxidantes naturales (GEGC) y el uso de agentes compatibilizantes en sistemas de envasado de alimentos, podría contribuir como una alternativa de conservación de alimentos susceptibles a la oxidación.

Bibliografía

- [1] Arrúa D, Strumia MC, Nazareno MA. 2010. Immobilization of caffeic acid on a polypropylene film: synthesis and antioxidant properties. *J. Agric Food Chem.* 58(16): 9228-9234.
- [2] López de Dicastillo C, Castro MM, López JM, González MV. 2013. Immobilization of green tea extract on polypropylene films to control the antioxidant activity in food packaging. *Food Research International* 53: 522-528.
- [3] Food and Drug Administration. 2007. Office of Food Additive Safety. Generally Recognized As Safe Status of Green Tea Catechin.



RESUMEN 21.

DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN MUESTRAS DE AGUA DE GRANJAS ACUÍCOLAS DEL SUR DE SONORA

Vega Guzmán J. A., Ibarra Gámez J. C., Reyes Blanco B. L. y Rodríguez Ramírez R.,
Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Laboratorio de Análisis Especiales. 5
de febrero 818 sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México. Tel: 4100900 Ext. 2134
Email: vega.alfredo@live.com

Introducción. Los plaguicidas organoclorados (POC's) al ingresar a los sistemas acuáticos ocasionan problemas de deterioro del medio ambiente, provocando efectos nocivos en la salud. La ruta de entrada es por arrastre, infiltración, transporte atmosférico y erosión del suelo agrícola que fueron rociados con POC's, donde el lavado del suelo logra alcanzar ecosistemas costeros y marinos, así mismo el agua utilizada para lavar el material de rociado es vertida en estanques, ríos y lagunas, donde estos cuerpos de aguas son empleados para la producción acuícola. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es detectar y cuantificar la presencia de POC's en muestras de agua procedentes de granjas acuícolas [1].

Metodología. La determinación de POC's se realizó en base al método de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) 608, el cual consistió en realizar la extracción por partición con diclorometano para extraer los plaguicidas presentes en el agua su posterior separación y purificación por cromatografía en columna. Finalmente su cuantificación se realizó mediante cromatografía gas, usando un detector de captura de electrones [2].

Resultados y discusión. De 32 muestras de agua procedentes de las granjas acuícolas, los resultados mostraron que aldrín, dieldrín, y endrín no fueron detectados. α -clordano, γ -clordano se encontraron dentro del rango con un valor $<0.15\mu\text{g/L}$. EL pp-DDT se detectó en tres muestras con valores menores a $<0.3\mu\text{g/L}$ no sobrepasando la norma NOM-127-SSA1-1994, mientras que pp-DDE, pp-DDD, lindano, epóxido de heptacloro, metoxicloro y HCB no sobrepasaron los límites permitidos por la NOM-127-SSA1-1994. La exactitud del método se determinó mediante el porcentaje de recobro, obteniendo un rango entre el 70 y 110% valores dentro del intervalo aceptable de la EPA que establece un rango del 70 - 130%.

Conclusiones. Los resultados obtenidos mostraron la presencia de plaguicidas en niveles traza, por lo cual se concluye que el agua procedente de granjas acuícolas del Sur de Sonora puede ser empleada para el sistema de producción acuícola ya que no sobrepasaron los límites establecidos por la NOM-127-SSA1-1994, modificada.

Bibliografía

- [1] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CIAD. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria: México. 95 p.
- [2] S. Environmental Protection Agency, 1984. Method 608. Organochloride pesticides and PCBs. 0 CFR part. 136, 43321; Federal Register 49, n° 209.



RESUMEN 22.

FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICRO Y NANOESFERAS BASADAS EN PECTINA DE BAJO METOXILO POR ELECTROASPERSIÓN

Sánchez Villegas J. A.¹, Rascón Chu A.^{1*}, Rodríguez Félix² F., Castillo Rivera J. J. F.³ y Pérez López E³.

¹Departamento de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. La Victoria Km 0.6 A.P. 1735,83000 Hermosillo, Sonora, México.

²Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos. Universidad de Sonora, Boulevard transversal y Boulevard Rosales S/N C.P. 83000 Hermosillo, Sonora, México.

³ Laboratorio de Polímeros. Instituto de Física Av. Manuel Nava 6, Zona Universitaria San Luis Potosí, SLP, México 78290.

*Autor para correspondencia: arascon@ciad.mx tel. 662-289-24-00

Palabras clave: Electroaspersión, nanopartículas, pectina.

Introducción. El uso de micro y nano partículas de polisacáridos naturales ha cobrado gran interés en la investigación de la tecnología médica, ciencia de materiales y química farmacéutica, debido a que este tipo de estructura puede otorgar nuevas propiedades en la elaboración de materiales (1), además de no ser tóxicos, por su biocompatibilidad, bioadhesión, biodegradabilidad, alta disponibilidad y bajo costo de producción. El objetivo del presente estudio fue obtener y caracterizar micro y nanoesferas de pectina de bajo metoxilo por electroaspersión.

Metodología. Las micro y nano partículas se realizaron por electroaspersión (2) de una pectina comercial amidada de bajo metoxilo al 1 % a 16 kv (Fuente de poder Spellman, CZE1000R). Se mantuvo un flujo constante de pectina (1ml/hr) con una bomba de inyección (KDS Cientific 200). Las gotas se recibieron en una solución de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2%). Las micro y nanoesferas resultantes por gelificación se colocaron en etanol (60%) por una noche en refrigeración, posteriormente el precipitado se dejó en etanol (96%) en refrigeración hasta su caracterización, para lo cual se utilizó RAMAN, AFM, TEM, SEM.

Resultados y discusión. Por RAMAN se constató que la pectina no cambió sus propiedades estructurales después del proceso de electroaspersión y las imágenes tomadas por SEM y TEM indican que las nano esferas varían en tamaños entre 40 y 100 nm con poros entre 10 y 30 nm, La morfología de las micro y nanopartículas (AFM) muestran que la superficie de estas están formadas por protuberancias menor a 50 nm, una superficie lisa hace a las micro y nano partículas más estables a la degradación (3).

Conclusiones. El método de electroaspersión permite la fabricación de micro y nanopartículas basadas en pectinas de bajo metoxilo sin alterar su estructura química y con un rango relativamente estrecho de dispersión por tamaño.

Bibliografía

[1] Nasir, M., Matsumoto, H., Danno, T., Minagawa, M., Irisawa, T., Shioya, M., Tanioka, A. 2006. Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physic. 44:779-786.



- [2] Songsurang K., Praphairaksit, N., Siraleartmukul, K., and Muangsin, N. 2011. Electro spray fabrication of doxorubicin-chitosan-tripolyphosphate nanoparticle for delivery of doxorubicin. *Arcives of Pharmacal Research*. 34: 583-592.
- [3] Zarrabi, A. Vossoughi, M. Alemzadeh, I. and Reza-Chitsazi, M. 2012. Monodispersed polymeric nanoparticles fabrication by electro spray atomization. *International Journal of Polymeric Materials*. 61:611-626.



RESUMEN 23.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA DE EXTRACTO DE ORUJO DE UVA EN *E. COLI* O157:H7 Y *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Rodríguez Castro, C. A.¹, Ruíz Cruz S.¹, Chaparro Hernández S.¹, De la Fuente Alvarado M. A.¹ y Álvarez Parilla E.²

¹Centro de Investigación e Innovación Biotecnológica y Agropecuaria y Ambiental. Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero #818. Colonia Centro, CP 85000. Cd. Obregón, Sonora, México. claudiarc2415@hotmail.com. 6441400859

²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Ciudad Juárez, Anillo Envoltante del PRONAF y Estocolmo s/n Zona PRONAF, Ciudad Juárez (32310), Chihuahua, México

Palabras clave: CMI, patógenos, extracto.

Introducción. La uva es uno de los cultivos mayormente producidos alrededor del mundo, el cual después de ser utilizado genera gran cantidad de subproducto. Debido al gran interés de los consumidores acerca del uso de compuestos antimicrobianos naturales, se han realizado diversidad de estudios en extractos de plantas para prevenir la contaminación de alimentos, encontrándose que los compuestos de extracto de uva poseen actividad antimicrobiana (1,2).

Metodología. La concentración mínima inhibitoria (CMI) fue evaluada por microdilución de acuerdo a la metodología descrita por Taveira et al. (3) con algunas modificaciones. Una población de 107 UFC/mL fueron inoculadas en placas de microtitulación la cual contenían diferentes concentraciones (0-50 mg/mL) de extracto metanólico de orujo de uva. Finalmente fueron incubadas a 37°C por 24 h, y se midió la CMI como la concentración más baja de extracto en la que no se exhibió actividad metabólica de las bacterias ensayadas.

Resultados y discusión. Los resultados indican que el extracto metanólico de orujo de uva presentó una CMI de 20 mg/mL sobre *E. coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus*. Estos resultados son similares a los reportados por Taveira et al. (3) con extractos de l fruto de tomate. Accordingly, the importance of this study is the finding of antimicrobial activity of crude extracts of tomato plant.

Conclusiones. El extracto metanólico de orujo de uva presentó actividad antimicrobiana (CMI). Por lo que, estos resultados sugieren que dicho extracto podría ser utilizado como un compuesto antimicrobiano natural.

Bibliografía

- [1] Silvan, J M.; Mingo, E.; Hidalgo, M.; De Pascual-Teresa,S.;Carrascosa, A.V. y Martinez-Rodríguez,A.J.2013. Antibacterial activity of a grape seed extract and its fractions against *Campylobacter* spp. *Food control* 29:25-31
- [2] Göktürk, N.; Özkan,G. y Sağdıç,O. 2004. Total Phenolic contents and antibacterial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) extracts. *Food control* 15 : 335-339.
- [3] Taveira,M.; Silva, L. R. ; Vale- Silva, L. A.; Pinto, E. ; Valentao,P.; Ferreres,F.; Guedes de Pinho, P. y Andrade,P.B. 2010. *Lycopersicon esculentum* seeds: An Industrial Byproduct as an Antimicrobial Agent.*J. Agric.Food. Chem.* 58:9529-9536



RESUMEN 24.

DETERMINACION DE MICROCONTAMINANTES EN EL INFLUENTE PRINCIPAL DE LA EMPRESA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE CIVAC (ECCACIV)

Martínez Ayala A. V.¹, Gortáres Moroyoqui P.^{1*}, González L. A.², Ramírez Salinas N.² y Moeller Chávez G. E.²

1 Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, 85000, México.

2 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos C.P. 62550, México.

*Autor de correspondencia. Tel. (644) 4100900 Ext. 2110, E-mail: pablo.gortares@itson.edu.mx

Palabras clave: microcontaminantes, detección, cromatografía.

Introducción. Los micro contaminantes, también conocidos como “contaminantes emergentes” (CE), se encuentran principalmente en muy bajas concentraciones (nanogramos/litro) y son considerados peligrosos principalmente por su persistencia o su introducción constante en el ambiente, así como también, por su poder de acumulación a través de la cadena trófica. Las hormonas y fármacos se encuentran entre los primeros 20 lugares de la lista de contaminantes emergentes prioritarios en México ^[1].

Metodología. Se realizó un muestreo durante 3 días consecutivos del influente principal de ECCACIV, a 3 diferentes horas, 8 a.m. 4 p.m. y 12 a.m. La metodología para la extracción de fármacos y disruptores endocrinos se ha descrito en otro trabajo ^[2]. En base a ésta metodología los compuestos obtenidos de la extracción en fase sólida con cartuchos Oasis HLB fueron eluidos, para fármacos con una solución acetona y buffer (0.1M hidrogeno carbonato de sodio a pH 10) y para disruptores endocrinos con acetona. Para este análisis se utilizó un equipo Varian CP 3800 con inyector automático de 100 plazas, equipado con una columna ZEBRON ZB -5ms (30m x 0.25mm, y un espesor de 0.25µm) y acoplado a un detector selectivo de masas Varian Saturn 2200.

Resultados y discusión. Las pruebas dieron positivo solo para diclofenaco coincidiendo con lo reportado en bibliografía ^[3] en donde las muestras en agua residual estuvieron por debajo del límite de detección para ácido clorofibrico y gemfibrozil. Resultados previos presentan porcentajes de recuperación mínimos y máximos para ácido clorofibrico, gemfibrozil y diclofenaco de 68-77, 77-83 y 80-94% respectivamente en agua residual ^[2]. Ya que este trabajo está basado en la misma metodología podemos decir que los porcentajes son muy similares e incluso más altos para el caso del ácido clorofibrico.

Conclusiones. Podemos decir que hay riesgo de exposición de fármacos durante el traslado de estas aguas hasta ECCACIV ya que gran parte de las vías son en canales que pasan a través de las unidades habitacionales. Podemos decir que parte de éstos contaminantes se pudo haber perdido por infiltración a acuíferos durante el transcurso.

Bibliografía

[1] Moeller G., Buelna G. (2012) Contaminantes emergentes. Su importancia, retos y perspectivas sobre la medición, tratamiento y reglamentación. 1ra edición. México.



- [2] Gibson, R., Becerril-Bravo, E., Silva-Castro, V., & Jiménez, B. (2007). Determination of acidic pharmaceuticals and potential endocrine disrupting compounds in wastewaters and spring waters by selective elution and analysis by gas chromatography – mass spectrometry. *Journal of chromatography. A*, 1169, 31–39.
- [3] Chávez, A., Maya, C., Gibson, R., & Jiménez, B. (2011). The removal of microorganisms and organic micropollutants from wastewater during infiltration to aquifers after irrigation of farmland in the Tula Valley, Mexico. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, 159(5), 1354–62.



RESUMEN 25.

VALORIZACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL TOMATE

Silva Beltrán N. P.¹, Ruíz Cruz S., Órnelas Paz J. de J.² y López Mata M A.

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora, México; 016444100900 ext. 2130; email: norma.silva@itson.edu.mx

²centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). Unidad Cuahutemoc. Av. Río Conchos S/N Parque Industrial, Apdo. Postal 781 C.P. 31570 Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México

Palabras clave: Tomate, fenoles, subproductos.

Introducción. El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una especie muy estudiada, pero sólo pocos trabajos centran su atención en sus subproductos agrícolas, los cuales contienen varios metabolitos activos, tales como compuestos fenólicos. Estas sustancias se han involucrado con propiedades farmacológicas y nutricionales en los seres humanos., además que tiene efectos preventivos contra enfermedades crónicas y cáncer (1).

El propósito de este estudio fue identificar y cuantificar por HPLC los componentes totales e individuales de compuestos fenólicos en extractos de residuos de tomate de dos cultivares (Floradade y Pitenza)

Metodología. Fracciones de (tallo, hoja, raíz, planta entera) se sometieron a secado de 45 ° C durante 24 h, la planta se pulverizó y 35 g de muestra se mezclaron con una solución de etanol y solución de ácido acético (95:5). La maceración se llevó a cabo con agitación constante durante 72 h. La muestra se extrajo hasta el agotamiento con la mezcla de etanol-ácido por tratamiento con ultrasonidos durante 20 min y se concentró en rotovapor hasta sequedad. La concentración total de fenoles y flavonoides totales de determinó de acuerdo a el método descrito por Zhishen *et al.* (1999) (2). El estudio de compuestos individuales se realizó por HPLC de acuerdo a Gordana *et al.* (2012) (3).

Resultados y discusión. Los valores de fenoles totales se presentaron en un intervalo de 24.52 a 125.50 y 21.98 a 83.35 mgEAG/ge (miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto) y los niveles de flavonoides totales fueron de 12.95 a 33.03 y 19.42 a 61.96 mgEQ/ ge (miligramos equivalentes de quercetin por gramo de extracto) para las variedades de Pitenza y Floradade respectivamente. Los índices más altos de estos compuestos los presentaron los extractos de las hojas de los dos cultivares. Pitenza mostró contenido significativamente más alto en compuestos fenólicos. En referencia a las fracciones de la planta los extractos de raíces mostraron el contenido más bajo, lo cual demuestra que no son importante reservorio de estos compuestos. Por otro lado en el análisis individual de fenoles se identificaron los compuestos ácido gálico, ácido cloragénico, ácido caféico, ácido ferúlico, rutina y quercetina. El componente mayoritario de la variedad Pitenza fué Rutina, seguido por el ácido gálico y cloragénico con niveles de 203.89, 159.59 y 114.30 mg/100g ps (gramos en peso seco) respectivamente y para los extractos la variedad floradade el ácido gálico fué el componente más abundante, seguido por rutina. Los extractos de raíz no presentaron niveles quercetina.



Conclusiones. Los extractos de las hojas de *L. esculentum* las dos variedades mostraron el mayor contenido de compuestos fenoles y flavonoides totales y revelaron ser una buena fuente de compuestos bioactivos que pueden ser utilizados en el tratamiento de diferentes enfermedades, como conservantes de alimentos o antioxidantes, debido a su propiedades biológicas.

Bibliografía

- [1] Taveira, M., Ferreres, F., Gil-Izquierdo, A., Oliveira, L., Valentão, P., Andrade, P.B., 2012. *Food chemistry* 135, 748-755.
- [2] Zhishen J, Mengcheng T.1999. *Food Chem* 64(4):55- 559
- [3] Gordana C´ etkovic´, Sladjana Savatovic, Jasna C anadanovic´-Brunet, Sonja Djilas, Jelena Vulic, Anamarija Mandic, Dragana Cetojevic´-Simin. 2012. *Food Chem* 133,:938-945



RESUMEN 26. ESTABLECIMIENTO A NIVEL CASA SOMBRA DE *Lesquerella fendleri* CULTIVADA EN EL SUR DE SONORA

Mondaca Fernández I., Mungarro Ibarra C., Romero S. M., Meza Montenegro, M. y Balderas Cortés J. J.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón Son., CP 85000. , TEL (644) 115 0420 e-mail: iram.mondaca@gmail.com

Palabras clave: Lesquerella, aceite, lubricantes.

Introducción. En las zonas áridas, los suelos degradados podrían aprovecharse para la producción de sustancias de valor agregado, dando la oportunidad a mejorar las economías locales. Una de estas opciones la constituye la producción de *Lesquerella fendleri*, planta herbácea tolerante a la salinidad (Rodríguez-García, 2011), de la familia de la mostaza, que crece en el Norte de México, así como en el suroeste de Estados Unidos. Lesquerella produce un aceite rico en ácidos grasos hidroxilados, que lo convierten en un aditivo que incrementa la viscosidad de combustibles como el diésel. El objetivo de este trabajo fue establecer la planta de *L. fendleri* a nivel casa sombra.

Metodología. Todos los experimentos fueron realizados en la unidad agrícola didáctica situada en la Unidad Náinari del Instituto Tecnológico de Sonora. Todos los riegos se efectuaron a demanda de la planta. Se sembró la semilla de lesquerella en charolas con *sunshine* como medio inerte. Se colocaron en invernadero y se realizaron riegos con nutrientes: N, P K, trasplantándose a vasos de unicel; se realizó el traslado a macetas con tierra y composta de estiércol del centro agrícola del Instituto Tecnológico de Sonora. Se obtuvo el registro de la fecha de floración y de la cosecha, además del peso de semillas por planta.

Resultados y discusión. La emergencia de las plantas fluctuó entre los 4 y 7 días. La fecha de floración se obtuvo a los 189 días desde la fecha de siembra (dds), mientras que la cosecha se dio por terminada a los 256 dds. Se cosecharon 39 plantas de lesquerella con un peso promedio de semilla por planta de 0.2837 gramos, lo que considerando 400 000 plantas por hectárea, nos da un total de 113 kg/Ha, menor a lo reportado por Wang y colaboradores. (2010), equivalente a un promedio de 681 kg/Ha. Se recomienda repetir este experimento en suelo para evitar el excesivo manejo de la planta en el invernadero y casa sombra, esperando con esto mejorar la producción por hectárea.

Conclusiones. Se logró el establecimiento de *Lesquerella fendleri* en el Sur de Sonora en condiciones de casa sombra en un tiempo de 256 dds.

Bibliografía

- [1] Rodríguez García, R.; Jasso de Rodríguez, D.; Angulo-Sánchez, J.L.; Dierig, D.A.; Diaz Solís, H.; De La Rosa-Loera, A..2000. *Lesquerella fendleri* response top different sowing dates in northern Mexico. Industrial Crops and Products 25, 117-122
- [2] Wang, G., McCloskey, W., Foster, M., D. Dierig. 2010, Lesquerella: A winter oilseed crop for the southwest. College of Agriculture and Life Sciences. U of A.



RESUMEN 27.

ASPECTOS CINÉTICOS DURANTE LA (BIO) TRANSFORMACIÓN DE AZUL DIRECTO 71 BAJO DISTINTAS CONCENTRACIONES DE SALINIDAD

Morales Alvarado L.^{1*}, Alvarez Valencia L. H.², Meza Escalante R.¹ y Gortares P.²
¹Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente ²Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora. *luzm_@hotmail.com

Palabras Claves: Biotransformación, Colorante azo, Salinidad, Mediadores redox.

Introducción. Los efluentes generados por la industria contienen una gran variedad y cantidad de colorantes como los compuestos azo, que son difíciles de tratar por procesos aerobios convencionales [1]. Además, estos efluentes contienen altas concentraciones de salinidad (hasta 8%), dificultándose aún más su tratamiento. Bajo sistemas anaerobios se ha demostrado que los colorantes azo son susceptibles a biotransformaciones reductoras. Este proceso puede ser mejorado con la presencia de mediadores redox (MR) como quinonas y humus, incrementándose la velocidad de reacción en varios órdenes de magnitud [2]. El objetivo de este trabajo es evaluar los aspectos cinéticos de la (bio)transformación de Azul Directo 71 (AD71) por un consorcio halotolerante y MR, con el fin de elucidar la etapa limitante del proceso.

Metodología. Se realizaron tres cinéticas: 1) el uso de distintos MR a 1% de salinidad; 2) la reducción microbiológica de antraquinona-2,6-disulfonato (AQDS); y 3) la reducción química de AD71 con AQDS previamente reducida. Las cinéticas 2 y 3 se realizaron bajo distintas concentraciones de salinidad (2, 4, 6 y 8%). Las pruebas se hicieron en lote bajo condiciones anaerobias y se utilizó un consorcio marino (1 g SSV/L). Además, 1 g DQO glucosa /L y 0.4 mM de AD71, los cuales fueron medidos espectrofotométricamente.

Resultados y Discusión. Se presentaron altas eficiencias de decoloración en presencia de MR, con valores de 95% y 94% en presencia de AQDS y riboflavina respectivamente. Se procedió a utilizar AQDS como MR en las cinéticas 2 y 3. Los resultados de estas cinéticas indican que la etapa limitante del proceso es la reducción microbiológica de AQDS y no la reducción química de AD71 por AQDS. Ciertamente la etapa de reducción química sucede de manera más rápida que la microbiológica. Estos hallazgos representan los primeros resultados que indican el comportamiento del proceso bajo distintas concentraciones de salinidad. Se observó también que el consorcio utilizado es capaz de llevar a cabo la biotransformación del colorante bajo las condiciones probadas sin presentar efectos inhibitorios y tóxicos considerables, lo cual es importante para su posible aplicación en sistemas de tratamiento de aguas residuales del sector industrial mencionado.

Conclusión. Manteniendo las condiciones anaerobias y de salinidad probadas es posible considerar la utilización de bacterias halotolerantes y MR como una alternativa en el tratamiento de efluentes textiles, así como especificar la etapa microbiológica como la etapa limitante en el desarrollo del proceso de biodecoloración.

Bibliografía

[1] Van Der Zee (2002) Anaerobic azo dye reduction. PhD Thesis. Wageningen University. The Netherlands.



[2] Cervantes Francisco (2002) Quinones as electron acceptor and redox mediators during the biotransformation of priority pollutants. PhD Thesis. Wageningen University. The Netherlands.



RESUMEN 28.

VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL VIRUS TSV EN CAMARÓN DE CULTIVO EN EL ESTADO DE SONORA 2013

Moroyoqui Balderrama J. P., Ibarra Gámez J. C., González Galaviz J. R., Luna Badillo C. G. y Rodríguez Anaya L. Z.

Instituto Tecnológico de Sonora, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero No. 818 sur, CP: 85000, Laboratorio de Sanidad Acuícola, 4109000 ext. 2115, jpedro917@hotmail.com

Palabras clave: PCR, Taura, Camarones.

Introducción. El virus del síndrome de Taura es un virus de ARN de cadena sencilla y fue identificado por primera vez en granjas circundantes al río Taura en Ecuador en 1992 y se diseminó rápidamente a Latino-américa en tres años. La rápida propagación del virus ha sido atribuida al comercio internacional de postlarvas y reproductores, afectando a las granjas productoras de camarón *Litopenaeus vannamei*. El impacto económico del virus del síndrome de Taura en la industria del camarón se estima entre 1–2 billones de dólares hasta 2001 [1]. Los camarones afectados pasan por distintas fases que van de aguda, transitoria y crónica, mostrando diversos síntomas entre los cuales resaltan la falta de apetito, aletargamiento, color rojizo debido a la expansión de los cromatóforos e intestino vacío. El objetivo principal es validar el método de detección del virus de Taura con base a los criterios establecidos por la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) [2].

Metodología. Se tomaron muestras de pleopodo de camarón para la extracción del ARN empleando Trizol Kit^{MR} (Invitrogen) para ser sometidas posteriormente a RT-PCR. Para la validación de la técnica se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: sensibilidad analítica, especificidad analítica, sensibilidad diagnóstica, especificidad diagnóstica y reproducibilidad. Para la sensibilidad analítica se evaluaron las siguientes concentraciones 200, 100, 50, 25, 10 y 1 µg de ARN/mL. La especificidad analítica fue evaluada a partir de muestras positivas del IMNV (virus de la mionecrosis infecciosa), IHNV (virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa), y de la bacteria *Candidatus hepatobacter penaei* causante de la necrosis hepatopancreática. Siendo estas sometidas a los mismos parámetros que las anteriores. Posteriormente la sensibilidad y especificidad diagnóstica fueron evaluadas utilizando 18 muestras positivas y 18 muestras negativas del virus respectivo.

Resultados y discusión. La concentración final de ARN que se obtuvo fue de 271 µg de ARN/mL con una pureza del 1.55. La sensibilidad analítica se detectó hasta los 10 µg de ARN / mL. Según otros autores han podido detectar concentraciones del 2 ng de ARN / mL, empleando técnicas complementarias de PCR tales como LAMP (amplificación isotérmica de ácidos nucleicos) aumentando la sensibilidad [3]. La especificidad analítica demostró ausencia del resto de los patógenos, corroborando que no se presentan falsos positivos, demostrando la especificidad comprobada por otros investigadores [3]. Se obtuvo un 100% de sensibilidad y especificidad diagnóstica, comprobando la ausencia de falsos positivos o negativos.

Conclusiones: Se demostró la viabilidad de la técnica, para la detección del virus del síndrome de Taura, pudiendo esta ser complementada con otras como RT-PCR tiempo real (qPCR), LAMP, así mismo con la posibilidad de utilizar cebadores más específicos para incrementar la sensibilidad.



Bibliografía

- [1] FAO (2003). Amenazas y riesgos de la introducción de especies de camarones exóticas.
- [2] OIE (2008). Principles and methods of validation of diagnostic assays for infectious diseases. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals.
- [3] Wansika kiatpathomchai, Wansadaj Jareonram (2007). Rapid and sensitive detection of Taura síndrome virus by reverse transcription loop-mediated isothermal amplification. Journal of Virological Methods 146 (2007) 125–128.



RESUMEN 29.

IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS PRODUCTORAS DE AMILASAS POSIBLES DE SER UTILIZADAS COMO PROBIÓTICO

Gallegos Leyva E. A.*, Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.
Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 Sur. Ciudad Obregón, Sonora. Tel
(644)4109000 ext 2139 *Autor responsable: alonso.gallegos@hotmail.es

Palabras clave: Probiótico, camaronicultura, enzimas.

Introducción. El término probiótico ha sufrido modificaciones en su significado a lo largo de los años. De esta manera en 1968, se definió como un suplemento microbiano que se suministra a animales y humanos. En 1989 se redefinió como un microorganismo vivo que se administra al hospedero suplementado en el alimento para beneficiar el balance microbiano intestinal. Finalmente en el 2000, se dio una definición más amplia de los probióticos como microorganismos vivos que tienen efectos benéficos en el hospedero mediante la modificación de la microbiota asociada, el incremento del aprovechamiento de la comida, el mejoramiento de la respuesta a enfermedades. El objetivo de la investigación fue identificar bacterias productoras de amilasas extracelulares, para su posible utilización como probióticos en acuacultura.

Metodología. Se llevó a cabo un muestreo de suelo en tres distintas áreas de cultivo de Huatabampo y Etchojoa, Sonora, y tres muestras de agua de canal y laguna, en recipientes estériles. El aislamiento se hizo por el método de las diluciones y se sembraron en agar Luria-Bertani y se incubaron a 37 °C durante 24h (1). Se seleccionaron las colonias sospechosas de pertenecer al género *Bacillus* (colonias con forma irregular de aspecto seco). Después de realizar la tinción Gram se seleccionaron aquellas cepas que presentaron la forma de bacilos Gram positivos y esporulados. Se preparó un medio de cultivo a base de extracto de levadura, peptona, sulfato de amonio, cloruro de sodio y almidón como sustrato (2). Se sembraron las cepas sospechosas de *Bacillus* spp. en el medio de cultivo preparado y la detección de las cepas productoras de amilasas se hizo agregando unas gotas de lugol alrededor de las colonias, apareciendo un halo claro en las colonias productoras.

Resultados y discusión. De las seis muestras procesadas, se aislaron 19 cepas sospechosas de pertenecer al género *Bacillus*, y después de realizar la morfología microscópica se seleccionaron 15 cepas. A éstas cepas se sumaron 22 cepas aisladas anteriormente y que forman parte de la colección del laboratorio, probando un total de 37 cepas para la producción de amilasas. Una vez crecidas en el medio de gelosa almidón y realizada la detección, se obtuvieron 28 cepas productoras amilasas extracelulares. Es importante identificar los aislamientos y establecer la cinética de degradación enzimática a diferentes condiciones ambientales, ya que esta varía de cepa a cepa (1,2).

Conclusión. Se aislaron bacterias degradadoras de carbohidratos, a partir de las cuales se seleccionarán aquellas que pudieran servir para la elaboración de probióticos para la acuacultura

Bibliografía

- [1] Asgher M.; Javaid M.; Rahman SU; Legge RL. (2006) A thermostable α -amylase from a moderately thermophilic *Bacillus subtilis* strain for starch processing. *Journal of Food Engineering*. 79(3):950-955.
[2] Shewale SD.; Pandit, AB. (2007). Hydrolysis of soluble starch using *Bacillus licheniformis* α -amylase immobilized on superporous CELBEADS. *Carbohydr Res*. 342(8):997-1008.

RESUMEN 30.

MULTIPLICACIÓN *IN VITRO* DE LA PLANTA *Stevia rebaudiana* Bertoni

¹Tineo García L., Villaseñor López O. A., Gálvez Chan R. A., Rivera Pacheco D. A., Barreras Cárdenas M.E. y Chirón Ruelas Y. A.

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Av. Antonio Caso s/n, Fraccionamiento Villa Itson, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 52 (644)4109000, email: lorena.tineo@itson.mx

Palabras clave: *Micropropagación de plantas, in vitro, Stevia rebaudiana Bertoni.*

Introducción. La demanda de la *Stevia* ha incrementado en los últimos años debido a sus aplicaciones o usos relacionados con la alimentación, salud, agricultura, entre otras. Se ha adoptado como especie alternativa del azúcar común o edulcorantes artificiales, por lo que el cultivo de estevia ofrece una alta rentabilidad económica debido a que hay una demanda insatisfecha. La principal problemática es la escasa producción global [1]. La micropropagación constituye una de las alternativas tecnológicas más utilizadas para la propagación de plantas sanas de alta calidad. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología para potencializar la producción masiva de estevia

Metodología. Los explantes se colectaron de plantas de campo y fueron sometidos al proceso de desinfección para lograr su establecimiento aséptico [2]. Se obtuvieron microesquejes asépticos y se cultivaron en medio MS-1962 [3] adicionado con la auxina ácido naftalenacético (ANA) en concentraciones de 0.0, 0.05, 0.1, 0.15 mg/l combinado con las citocininas 6-furfurilaminopurina (6-FAP) y bencilaminopurina (BA) en concentraciones de 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg/l. Los cultivos se mantuvieron a una temperatura de 25°±1°C con un fotoperiodo 16/8 horas luz. Las variables de estudio fueron contaminación, oxidación, formación de callo, brote y raíz.

Resultados y discusión. La mayor formación de brotes se observó en el medio enriquecido con BA 1.0 mg/l, 6-FAP 1.0 mg/l, ANA 0.1mg/l a las 4 semanas de observación con un promedio de brotes de 7.57 brotes por explante (figura 1). Seguido del tratamiento adicionado con BA 1.5mg/l, ANA 0.1mg/l, con el que se obtuvo un promedio de 7 brotes por explante, esta proliferación masiva puede deberse al uso de dos tipos de citocininas como lo señalan en sus investigaciones Preethi [4], Arpita [5] y Ahmed [6].



Figura 1. Proliferación masiva de brotes a partir de microesquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Conclusiones. Se logró obtener plántulas asépticas de *Stevia rebaudiana* con características deseables e incrementar el número de brotes por explante utilizando medio de cultivo MS-1962 adicionado con fitoreguladores ANA, 6-FAP y BA.



Bibliografía:

- [1] Landazuri A., Tigrero A.P. S., Juan O. (2009). *Stevia rebaudiana Bertoni, una planta medicinal*. Bol. Téc. Edición especial. Escuela politécnica del ejército. Sangolqui, Ecuador.
- [2] Tineo G. L. Miriam E. Barreras Cárdenas, Yazmín A. Chirón Ruelas (2011). Establecimiento aséptico de la planta stevia (*Stevia rebaudiana*), ITSON. Cd. Obregón, Sonora.
- [3] Murashige y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-97.
- [4] Preethi, D., Sridhar, T.M., Naidu, C.V. (2011). Direct Shoot Organogenesis from Leaf Explants of *Stevia rebaudiana*, *Journal of Phytology*, 3(5): 69-73, ISSN: 2075-6240.
- [5] Arpita Das, Saikat Gantait, Nirmal Mandal (2007). *Micropropagation of an elite medicinal plant: Stevia rebaudiana Bert*, *journal of agricultural research* 6(1) 40-48, ISSN 1816-4897.
- [6] Ahmed M.B, Salahin, M., K., R., Razvy M.A, .Hannan, M.,M, Sultana R. Hossanin ,M., Islam R. (2007), An efficient Method for in vitro clonal propagation of a newly introduced sweetener plant (*Stevia rebaudina Bertoni*) in Bangladesh, *Journal of scientific research* 2(2) :121-125,ISSN 1818-6785.

RESUMEN 31. MULTIPLICACIÓN *IN VITRO* DE LA PLANTA *Gerbera jamesonii*

¹Tineo García L., Valle Figueroa C. C., Castro Espinoza L., Gutiérrez Coronado M. A. y Martínez Carrillo J. L.

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Av. Antonio Caso s/n, Fraccionamiento Villa Itson, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 52 (644)4109000, email: lorena.tineo@itson.mx

Palabras clave: *Micropropagación de plantas, in vitro, Gerbera jamesonii, biorreactor*

Introducción. Las flores presentan una gran demanda en el comercio tanto nacional como internacional y dentro de las especies que más se comercializan después de las rosas, los crisantemos, los tulipanes y los lirios, se encuentra la *Gerbera jamesonii* [1]. Esta especie tiene una alta popularidad ornamental y una gran importancia comercial al ser usada como planta de jardín, planta en maceta y principalmente como flor de corte. Esta planta convencionalmente es propagada por división asexual de la planta madre o por semilla, presentando una baja tasa de multiplicación. La micropropagación constituye una de las alternativas tecnológicas más utilizadas para la propagación de plantas “elite” sanas de alta calidad. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología para la multiplicación masiva de gerbera, evaluando la eficiencia de tres métodos.

Metodología. Se utilizaron como material vegetal brotes enraizados en medio Hasbullah [2], a partir de plántulas asépticas obtenidas por germinación *in vitro* de semillas, desinfectadas según proceso descrito por [3] [4]. Los brotes enraizados se cultivaron bajo tres métodos: 1° medio semisólido en frascos de vidrio compuesto por medio basal MS, solidificado con 8 g/l de agar. 2° medio líquido en matraces Erlenmeyer con agitación orbital de 120 rpm compuesto por medio basal MS. 3° biorreactor de inmersión temporal con medio basal MS líquido en uno de los frascos. Los tres sistemas de cultivo estuvieron adicionados con fitoreguladores ANA (0.5 mg/l) y BAP (1.5 mg/l) [5]. Para el diseño del equipo se tomó como base los reportes de Teisson Alvard [7]; Rosales [8] y Giménez y Colmenares [9], con algunas modificaciones.

Resultados y discusión. El promedio de brotes formados por explante fue: medio semisólido 12.41 brotes (figura 1), biorreactor de inmersión temporal 9 brotes y biorreactor de inmersión continua con agitación 1.84 brotes, la asepsia, la oxidación y la vitrificación se mantuvieron controladas eficientemente durante todo el proceso.

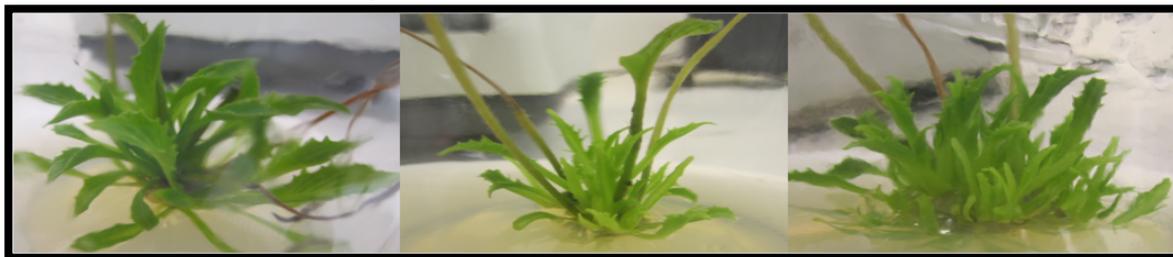


Figura No. 1 Brotes obtenidos por explante en Medio semisólido

Conclusiones. El medio semisólido se presenta una micropropagación más eficiente que las otras dos metodologías ensayadas.

Bibliografía.

- 1) Guerra A., Hernández D., Marrero G., Ojeda V. y Martínez O. 2005. Fertilización Nitrogenada en el Cultivo de la Gerbera (*Gerbera Jamesonii*). Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”.



- 2) Hasbullah N., Taha R., Awal, A. 2008. Growth optimization and organogénesis of *Gerbera jamesonii* Bolus ex.Hookf. *in vitro*. Asian Network for Scientific Information. Pakistan Journal of Biological Sciences 11(11):1449-1454.
- 3) Tineo G., L. (2008). Manual de Prácticas de Laboratorio de Optativa III, ITSON. Cd. Obregón, Sonora. 8pp.
- 4) Machado A., P., Agramante P., D., Almanza S., N., Díaz S., D., Gómez F., L. 2002. Micropropagación de *Gerbera jamesonii* H. Bolus. Biotecnología vegetal. 2(3):169-178.
- 5) Gantait, S., Mandal, N., Bhattacharyya, S. y Kanti, DasP. 2010. An elite protocol for o, The Society for *In Vitro* Biology.
- 6) Teisson, C. and Alvard, D. 1997. RITA an apparatus for application of temporary inmersión in plant tissue culture. Bioveg'97. Técnicas de avanzada aplicadas a la propagación masiva de plantas.
- 7) Rosales M., E., Rodriguez F., L. E., Alvarado G., O. 2003. Diseño y construcción de un sistema de inmersión temporal. Centro Agrícola, 30(1):69-72
- 8) Giménez, C. y Colmenares, M., 2004. Sistemas prototipos para la micropropagación por inmersión temporal. Rev. Fac. Agron. 21(1):1-7.
- 9) Pérez-Alonso, N., Jiménez, E., Fera, M., Capote, A., Barbón, R., Quiala, E., Chávez, M. 2007. Effect of inoculum density and immersion time on the production of potato microtubers in temporary immersion systems and field studies, Biotecnología Vegetal 7(3):149–154.



RESUMEN 32. CUANTIFICACIÓN DE ISOTIOCIANATOS TOTALES EN EXTRACTOS DE SEMILLAS DE BRÓCOLI POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS

López García R. A.; Campas Baypoli O. N., López Cervantes J., Sánchez Machado D. I.,
Cantú Soto E. U.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Calle 5 de Febrero 818 Sur, Cd.
Obregón, Sonora, México. Teléfono:(644) 1 612829. Email: el_rica_lopez@hotmail.com

Palabras clave: ciclocondensación, isotiocianatos, brócoli

Introducción: Diversos estudios epidemiológicos han indicado que el consumo de brócoli se asocia con un menor riesgo de cáncer lo cual se atribuye a su capacidad detoxificante, que se ha relacionado con su contenido de isotiocianatos. El sulforafano es abundante en el brócoli, la coliflor, el repollo y la col rizada, no obstante, los germinados de brócoli contienen de 20 a 30 veces mayor concentración de glucorafanina, además las semillas tienen de 2 a 10 veces más glucosinolatos que los germinados de brócoli (1). El objetivo del presente trabajo fue optimizar el método para la cuantificación de isotiocianatos totales a partir de extractos de semillas de brócoli por espectrometría UV-VIS.

Metodología: Se utilizaron semillas de brócoli variedad Waltham (Edena seeds). El contenido de isotiocianatos totales incluyó la conversión de glucosinolatos a isotiocianatos (45 ± 2 °C durante 2.5 h), una extracción con diclorometano, la purificación del extracto en columnas de extracción de fase sólida (2) y, finalmente la cuantificación de isotiocianatos, se realizó por medio de una ciclocondensación con 1,2-becnoditiol de acuerdo a la metodología de Ye y cols. (3), midiendo la absorbancia a una longitud de onda de 365 nm. Para la curva estándar se utilizó un estándar de sulforafano.

Resultados y discusión: La linealidad de la curva estándar se expresa en términos del coeficiente de determinación (r^2), el cual demostró la linealidad del método obteniendo la ecuación de regresión: $y = 0.01x + 0.209$ ($r^2 = 0.991$). La precisión del método se evaluó con 10 repeticiones de extractos de la semilla, con una desviación estándar relativa de 7.71%. La reproducibilidad se realizó con 5 muestras interdíadas, obteniendo una desviación estándar relativa de 3.11%.

Conclusiones: Los isotiocianatos totales contenidos en extractos de brócoli pueden ser cuantificados por espectrofotometría UV-VIS, lo cual es de gran ayuda en los casos que no se cuenta con un equipo HPLC, además de ser una alternativa más económica y rápida.

Bibliografía: [1] López-Cervantes, J., Tirado-Noriega L., Sánchez-Machado D., Campas-Baypoli O., Cantú-Soto E., Núñez-Gastelum J. (2013). **Biochemical composition of broccoli seeds and sprouts at different stages of seedling development.** International Journal of Food Science and Technology.
[2] Campas-Baypoli O., Bueno-Solano C., Martínez-Ibarra D., Camacho-Gil F., Villa-Lerma A., Rodríguez-Núñez J., López-Cervantes J, Sánchez-Machado D. (2009). **Contenido de sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano) en vegetales crucíferos.** Archivos latinoamericanos de nutrición. 59 (1).
[3] Ye L., Dinkova-Kostova A., Wade K., Zhang Y., Shapiro T., Talalay P. (2002). **Quantitative determination of dithiocarbamates in human plasma, serum, erythrocytes and urine: pharmacokinetics of broccoli sproutisothiocyanates in humans.** Journal of clinical chemistry, 127-129.

RESUMEN 33. MULTIPLICACION *IN VITRO* DE LA PLANTA CARNÍVORA *Sarracenia spp.*

¹Tineo García L., Góngora Sánchez R. e Higuera Parra J. J.

¹Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora,
Av. Antonio Caso s/n, Fraccionamiento Villa Itson, C.P. 85130,
Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 52 (644)4109000, email: lorena.tineo@itson.mx

Palabras clave: *Micropropagación de plantas, in vitro, Sarracenia spp.*

Introducción: La micropropagación constituye uno de los métodos biotecnológicos que mayores logros han aportado al desarrollo de una nueva agricultura y es aplicada en la producción masiva de plantas sanas, de alta calidad y en corto tiempo. Especies hortícolas, aromáticas, medicinales, frutícolas, ornamentales, exóticas y forestales. El cultivo de tejidos vegetales es un término amplio que se refiere a las técnicas de cultivo *in vitro* de todas las partes de una planta: célula, tejido u órgano, en condiciones asépticas, medios de cultivo sintéticos y ambiente controlado, catalogado como un sistema de detalles tipo artesanal [1]. Esta investigación tiene como objetivo lograr el establecimiento aséptico a partir de semillas de la planta carnívora especie *Sarracenia* para propagarla de *in vitro* de forma masiva.

Metodología: Se desinfectaron diminutas semillas con etanol al 70% por 30 segundos; NaOCl al 5% por 15 minutos y al final tres lavados en agua destilada estéril [2]. Las semillas se colocaron para su germinación en medio (MS-1962) [3] a 1/3 de concentración suplementado con 30 gr/l de sacarosa, 6 gr/l de agar y 2mg/l de (GA₃). Los cultivos se mantuvieron a una temperatura de 25±2°C; fotoperíodo 16/8 horas-luz y 3000 luxes. Se evaluó % de contaminación, % de oxidación, formación de callo, brote y trampa.

Resultados y discusión: Se obtuvieron plántulas asépticas a partir de semillas germinadas *in vitro* (figura 1). Se presentó un 15.61% de contaminación, en el establecimiento *in vitro* de los cultivos asépticos, la presencia de microorganismos es uno de los problemas que limitan la posibilidad de obtener explantes asépticos [4]. Los microorganismos pueden estar en la superficie, en el interior o en ambas partes del explante. Cuando es superficial se pueden eliminar mediante la desinfección, pero los que se encuentran dentro del tejido son difíciles de eliminar, lo que impide cumplir con uno de los requisitos básicos para el éxito de la técnica de cultivo *in vitro* de cualquier especie [5].



Figura 1. Plántula aséptica de la especie carnívora *Sarracenia spp* germinada *in vitro*.

Conclusiones: El cultivo de tejidos es un sistema de detalles que requiere especial cuidado en la determinación de las condiciones *in vitro* específicas para cada especie. Se logró obtener



plántulas asépticas con características deseables. Este trabajo muestra que es posible la multiplicación masiva de la planta carnívora *Sarracenia*.

Bibliografía:

- 1) Tineo, G. L. 2004, Notas del curso de Biotecnología VI. Itson, Cd Obregón, Sonora, México.
- 2) Barco, M. G. A. 2009. Multiplicación *in vitro* de la especie carnívora *Drosera spatulata* Tesis, Itson, Cd. Obregón. pp 7,9.
- 3) Murashige y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-97.
- 4) Hurtado, V. D. y Merino M. E. 1991. Cultivo de Tejidos Vegetales. México, Editorial Trillas. México. pp 15, 49, 51-54, 57-59.
- 5) Roca, W. y Mroginski, L. 1991. Cultivo de tejidos en la agricultura Fundamentos y Aplicaciones, Colombia.



RESUMEN 34. PRESENCIA Y CONTROL DE GARRAPATA *Otobius megnini* EN BOVINOS EN AGOSTADERO DEL SUR DE SONORA.

¹Rodríguez Vázquez J. E., ¹Munguía Xóchihua J. A., ¹Flores Rodríguez L. A., ¹Reyna Granados J. R., ¹Hernández Chávez J. F.

¹ *Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur. Cd. Obregón, Sonora. 01(644) 4109000. efrain-rguezv@hotmail.com*

Palabras clave: Semiárido, Bovino, Oído.

Introducción. La garrapata blanda *Otobius megnini* se localiza en oído y se ha reportado su presencia en diversos ecosistemas (1), afecta a bovinos de todas las edades causando irritación, intranquilidad, anemia y transmiten agentes patógenos, que favorece una baja producción (2). En el sur del estado de Sonora no se tiene conocimiento de la presencia del argasido y su control. Por lo cual el objetivo fue determinar la presencia en una explotación de bovinos en agostadero del sur del estado de Sonora y revisión de los métodos químicos de control.

Metodología. El estudio se realizó en un rancho ubicado en el kilómetro 21 en el municipio de Quiriego, Sonora, México, en la transición entre la Sierra Madre Occidental y la Llanura Costera del Pacífico en las coordenadas geográficas de Latitud 27° 31' N, Longitud 109° 15' O Altitud 822. La temperatura promedio en los meses de junio, julio y agosto (verano) es de 24 °C a 44.5 °C como mínima y máxima. La precipitación pluvial es de 9.4 a 133.8 mm en los meses de verano.

Se utilizaron bovinos de ambos sexos de las razas Simbrah y Simental de dos y tres años de edad. Se revisaron 50 bovinos correspondientes al lote, las garrapatas se recolectaron y se colocaron en frascos con alcohol al 70%, se rotularon y se trasladaron al laboratorio de Parasitología del Instituto Tecnológico de Sonora, en donde se identificaron en base a sus características morfológicas (3). Así mismo se realizó una revisión bibliográfica para determinar que compuestos químicos hay reportados con efecto sobre el argasido.

Resultados y discusión. Se obtuvieron garrapatas en 35 bovinos con un 70% de positivos, de los cuales se recolectaron un total de 210 ejemplares, las características morfológicas concordaron con el argasido *Otobius megnini*. Se encontraron hembras, machos, ninfas y huevos. El rango fue de 2 a 12 garrapatas blandas por bovino. Se ha reportado que *O. megnini* tiene distribución en diferentes ecosistemas por lo cual es posible encontrar la garrapata en climas áridos y semiáridos (1). Lo cual es confirmado al encontrarse el argasido en el sur del estado de Sonora. En todos los animales positivos se observó exudado ceroso de la coloración café a negro del serumen con mal olor, asociado a infección bacteriana secundaria, síntoma otitis interna, como ha sido reportado (1,2,3). La revisión bibliográfica mostro que hay pocos compuestos con efecto debido a su localización, de los compuestos que pueden tener diferentes niveles de eficacia son: Permetrina al 2 y 5%, Amitraz, Coumaphos, Propoxur y Prontalbin. Solo Fipronil se indica es útil para el argasido en perros (1,3). El control de las poblaciones de la garrapata favorece tener una explotación con buena producción, sea rentable y sustentable.



Conclusiones. Se determina la presencia de *Otobius megnini* en bovinos una explotación del sur de Sonora. Se deben realizar estudios de eficacia *in vitro* e *in vivo* de compuestos para determinar el de mejor como método de control químico.

Bibliografía

- [1] Nava, S., Mangold, A.J., Guglielmo, A.A. (2009). Field and laboratory studies in a Neotropical population of the spinose ear tick, *Otobius megnini*. *Medical and Veterinary Entomology*. 23: 1-5.
- [2] Cortinas, R., Jones, C.J. (2006). Ectoparasites of cattle and small ruminants. *Vet Clin Food Animal*. 22: 673-793.
- [3] Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L. (2007). *Veterinary Parasitology*. Blackwell Publishing. Third edition. Iowa, USA. Pages. 679-685.



RESUMEN 35. ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO DE DIEZ COMUNIDADES DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Anduro Jordan J. A., Cantú Soto E. U., Félix Fuentes A., Angulo Inzunza R. y López Beltrán R.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de
Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora C.P. 85000
(644)4109000 ext. 2133, julio_ajordan@hotmail.com

Palabras clave: calidad microbiológica, agua subterránea.

Introducción. Las comunidades rurales del Valle del Yaqui, Sonora son abastecidas con agua de pozos profundos, los cuales en estudios previos han presentado problemas de contaminación microbiana con riesgo para la salud de los consumidores [1]. El monitoreo de la calidad microbiológica del agua va ligado a la búsqueda de patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* y virus mediante la búsqueda de bacteriófagos [2]. El objetivo fue evaluar la calidad microbiológica del agua subterránea de comunidades urbanas y rurales del Valle del Yaqui, Sonora, mediante métodos microbiológicos con el fin de establecer si es apta para consumo humano según las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994 (modificada) [3].

Metodología. En el estudio se incluyeron 10 comunidades urbanas y rurales pertenecientes al Valle del Yaqui (Vicam estación, Torim, Loma de Bacum, Bacum, El Juvani, San José de Bacum, La Noria, Campo 60, San Ignacio Rio Muerto y Campo 77). A la fecha se han realizado tres muestreos mensuales de junio a agosto del 2013, obteniendo 28 muestras bajo los lineamientos de la NOM-230-SSA1-2002. Los análisis químicos y microbiológicos realizados incluyen: cloro residual, Cuenta Total Viable de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) (NOM-092-SSA1-1994), Número Más Probable (NMP) de coliformes totales (CT) y fecales (CF) (NOM-112-SSA1-1994), aislamiento e identificación por pruebas bioquímicas de *Salmonella spp.* (NOM-114-SSA1-1994) y determinación de los bacteriófagos PRD-1 y MS-2 mediante la técnica de doble capa de agar.

Resultados y discusión. Los resultados preliminares establecen que el 100% de las muestras tuvieron ausencia de cloro residual (0 mg/L). El 78.6% de las muestras (n=22) cumplen con el criterio establecido por Fernández – Escartín para mesófilos aerobios (<200 UFC/mL); para los indicadores sanitarios CT y CF solo el 28.6% (n=8) y el 39.3% (n=11) de las muestras respectivamente cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994(modificación); un aspecto de suma importancia es que se ha logrado establecer bioquímicamente la presencia del patógeno *Salmonella spp.*, en el 25% de las muestras (n=7) incrementando el riesgo de las personas de desarrollar infección severa al consumir el agua de pozo. El bacteriófago PRD-1 se encontró el 39.1% (n=11) y MS-2 en el 42.9% (12) de las muestras poniendo en evidencia la posible presencia de virus entéricos.

Conclusión. A la fecha se ha encontrado en el agua potable de las diez comunidades bajo estudio, presencia de indicadores sanitarios que sobrepasan los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994(modificación) implicando riesgos a la salud de las personas que la consumen.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Anacleto Félix-Fuentes, Olga Nydia Campas-Baypoli, Ma. Guadalupe Aguilar-Apodaca y María Mercedes Meza-Montenegro (2007). calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). Revista de Salud Pública y nutrición. 8(3).
- [2] Jiménez, C. B. (2002). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Editorial Limusa. Colegio de ingenieros ambientales en México, A.C., Instituto de ingeniería de la UNAM y FEMISCA. México, D.F.
- [3] Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.



RESUMEN 36.

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS EFECTOS ANTIMICROBIANOS DEL AJO, RÁBANO, CEBOLLA Y COL MORADA.

Gálvez Chan R. A. y Gómez Ibarra O. H.

Instituto Tecnológico de Sonora, Campos Nainari; Domicilio: Antonio Caso y calle Kino;
Teléfono: (644)4109000 ext. 1764; Correo electrónico: rosario.galvez@itson.edu.mx

Palabras clave: antimicrobianos, tubérculos, susceptibilidad.

Introducción. En los últimos años, se ha retomado el consumo de productos naturales para combatir las enfermedades infecciosas, debido al uso irresponsable de los medicamentos alópatas a los que muchos agentes microbianos ya son resistentes. La tendencia popular va hacia el consumo de tubérculos y verduras en su forma no procesada dejando a tras la idea de que en una cápsula se tendría una comida completa, pues este tipo de suplementos contienen excipientes que se acumulan principalmente en hígado y riñones; también el uso de conservadores químicos necesarios para industrializar a alimentos, están asociados con intoxicaciones, carcinomas, etc. Una combinación de antimicrobianos naturales amplia el espectro y potencializa el efecto [1]; esto mismo fue comprobado por [2] quienes mezclaron bactericidas naturales con fungicidas naturales en la preservación de alimentos. Este estudio pretende comparar los efectos antimicrobianos entre el ajo, rábano, cebolla y col morada, utilizando sepas de microorganismos que normalmente ocasionan infecciones gastrointestinales, respiratorias y de vías urinarias, para determinar la efectividad real de estos tubérculos en los remedios caseros y sentar precedentes en la utilización de sus extractos en la medicina preventiva.

Metodología. Para la obtención de los agentes esenciales del ajo, cebolla, rábano y col morada, se utilizó la técnica de hidrodestilación específicamente arrastre con vapor, para posteriormente fabricar sensidiscos con concentraciones de 1:10, 1:20, 1:50 y mediante pruebas in vitro de sensibilización se efectuaron resiembras de sepas conocidas de diferentes microorganismos tales como: *Escherichia coli*, *Streptococcus β hemolítico*, *Candida albicans*, y *Aspergillus niger*. Después de la siembra en agar Mueller- Hilton y por la técnica de Kirby Bauer de difusión, los halos de inhibición fueron comparados con medidas de diámetro correlacionados con la determinación de concentración inhibitoria mínima (CIM).

Resultados y discusión. Se observó que para *E. coli*, *S. β hemolítico* y *C. albicans* fue mayor la susceptibilidad con aceites esenciales del ajo (Alicina) pero en el caso de los microorganismos micóticos como el *A. niger* se observó resistencia a todos los extractos utilizados. Por otro lado, *C. albicans* presentó resistencia al rábano y susceptibilidad intermedia y alta con la cebolla y el ajo respectivamente. Los ensayos con la cianidina (proveniente de la col morada) mostraron resistencia para todas las sepas estudiadas aún en altas concentraciones. Estos resultados son similares a los encontrados por [3] quien basó sus estudios en los niveles de pH de distintas variedades del ajo. Considerando que se usó una bacteria causante de infecciones estomacales, otra de infecciones faríngeas, una levadura común en infecciones vaginales y un hongo típico de la descomposición de frutas y verduras,



es relevante la comparación de los resultados como precedente en la medicina alternativa y los conservadores naturales.

Conclusiones. Al comparar los efectos antimicrobianos entre el ajo, rábano, cebolla y col morada, con microorganismos que ocasionan infecciones gastrointestinales, respiratorias y de vías urinarias, se concluye que el ajo, la cebolla y el rábano realmente si son efectivos contra estas infecciones en cambio la col morada no presenta ningún efecto favorable como remedio casero ni como conservador.

Bibliografía

- [1] Hernández, P.L.C (2003); *Actividad inhibitoria y letal del ajo para E. coli*; UDLAP: México
- [2] Barboza- Cánova, G.V & Sepúlveda, D. (2005); *Estatus presente y futuro de la tecnología PEF*; Ed. CRC:USA
- [3] Rejanos L. & Sánchez A.C. (2004); *International Journal of food Sci. and technology*, 39, 311-317.



RESUMEN 37.
AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE *Vibrio*
***parahaemolyticus* EN PRODUCTOS DE LA PESCA POR LA TÉCNICA DEL N.M.P.**
(Serie 3-3-3)

Flores Romo F. Z., Grijalva Matus J. A., Ramírez Martínez M., Lara A. E.,
Martínez Molina S. M.

Área de Microbiología Sanitaria del Laboratorio Estatal de Salud Pública del Estado de
Sonora (LESPSON). Dirección.- Dr. José Miro Abella s/n Col. Las Quintas. Cel.: 6621-55-44-
72, adangrijalva@hotmail.com

Palabras clave: *V. parahaemolyticus*, NMP, cuantificar.

Introducción. La mayoría de las infecciones causadas por *Vibrio parahaemolyticus* se relacionan al consumo de productos de la pesca crudos o inadecuadamente cocidos, predominantemente en la época de verano, junto a otros casos de infecciones (1). Su hábitat natural está en aguas marinas especialmente estuarios, ya que es un microorganismo halofílico su temperatura óptima de desarrollo es entre 20^a C y 30^a C

Vibrio parahaemolyticus tiene la capacidad de producir una enterotoxina (Hemolisina Termoestable) que causa reacciones de inflamación en el intestino delgado y diarrea secretora y su presencia es un factor patogénico en las cepas aisladas de este agente(2).

La estimación de la densidad bacteriana por el método del número más probable (N.M.P.) es un método semicuantitativo que nos permite conocer mediante un valor estadístico la presencia de *V. parahaemolyticus* en alimentos de origen marino y aguas de mar con la finalidad de establecer límites permisibles para consumo o utilización de este tipo de muestras (3), además de ser de gran ayuda para análisis microbiológico de productos de exportación de origen marino y también como una herramienta de evaluación de efectividad de las medidas de mitigación en el caso de contaminación por este agente patógeno en áreas de cosecha. Por lo anterior, Se aplica la metodología para el aislamiento, identificación y cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* en productos de la pesca y aguas de mar que son analizados en el Laboratorio de Microbiología sanitaria del LESPSON mediante la técnica del NMP, seguido de su confirmación de presencia de toxina con la reacción en cadena de la polimerasa.

Metodología. El método de cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* por el método de NMP se realiza según la metodología del Bacteriological Analytical Manual (BAM) capítulo 9 (1), seguida del aislamiento e identificación del agente según la normatividad oficial mexicana (3). Esta metodología es aplicable a muestras de productos de la pesca y de agua de mar.

Resultados y discusión. Actualmente se encuentra en proceso de validación estadística para determinar la reproducibilidad, repetibilidad, límite de detección e incertidumbre, por lo que no se cuentan con resultados específicos que confirmen el método, pero se han realizado pruebas aleatorias a muestras de origen marino como por ejemplo moluscos bivalvos, los cuales han arrojado que el *Vibrio parahaemolyticus* es un agente comúnmente encontrado en este tipo de muestras (5).



Conclusiones. Esta metodología permite llevar un control microbiológico sobre las áreas productoras de moluscos bivalvos o de otros productos de origen marino, con la finalidad de salvaguardar la salud de la población y prevenir brotes infecciosos debidos a este agente o a sus toxinas.

Permite establecer límites permisibles para la exportación de productos de origen marino, así como también medir la efectividad de las medidas de mitigación en el caso de contaminación de áreas de producción o alimentos.

Bibliografía.

- 1) Recopilado de www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070830.htm.
- 2) Yeung, P. S., & Boor, K. J. (2004). Epidemiology, pathogenesis, and prevention of foodborne *Vibrio parahaemolyticus* infections. *Foodborne Pathogens and Disease*, 1 (2), 74-88. doi:10.1089/153531404323143594.
- 3) Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.
- 4) Mahoney J.C. , Gerding M.J., Jones H.S., Whistler C.A., Comparison of the Pathogenic Potentials of Environmental and Clinical *Vibrio parahaemolyticus* Strains Indicates a Role for Temperature Regulation in Virulence, *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 76, No. 22, Nov. 2010, p. 7459–7465
- 5) Zimmerman A.M., DePaula A., Bowers J.C., Krantz J.A., Nordstrom J.L., Johnson C. N. ,Grimes D.J., Variability of Total and Pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* Densities in Northern Gulf of Mexico Water and Oysters, *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 73, No. 23, Diciembre 2007, pag. 7589-7596.



RESUMEN 38.

ANÁLOGO DE FLAN BAJO EN AZÚCARES PARA INTOLERANTES A LA LACTOSA FORTIFICADO CON COMPLEJO B.

González Encinas M. A., Navarro Gómez E. C., Ochoa Méndez G., Valenzuela Bobadilla B. A. y Wrrquijo Palma A .J.

Universidad La Salle Noroeste, Veracruz s/n prolong. Nte., Col. Centro, c.p. 85010, Tel. (644) 410 6000. Coreo electrónico: alege1@hotmail.com

Palabras clave: Flan, intolerancia, lactosa.

Introducción. Actualmente la población mundial presenta distintas alergias o intolerancias alimentarias, tal es el caso de la intolerancia a la lactosa. Por tal motivo es necesario el diseño de productos alternativos para personas con este tipo de padecimientos.

La intolerancia a la lactosa depende de una deficiencia hereditaria de la enzima de la mucosa intestinal, lactasa o galactosidasa. (1)

El flan es uno de los postres con mayor aceptación en el mercado pero, por la gran cantidad de azúcar empleada en su elaboración y por ser un producto elaborado a base de leche no resulta adecuado para muchas personas. Por esta razón, elaborar un análogo de flan empleando leche de soya presenta una alternativa para quienes no pueden consumir productos de lácteos.

Por otro lado, en una sociedad en la que la obesidad y diabetes está tan extendida, utilizar sucralosa como sustituto de azúcar presenta ventajas ya que la sucralosa es un edulcorante no nutritivo 600 veces más dulce que el azúcar (2). Asimismo, quienes padecen diabetes requieren de un suministro mayor de vitaminas del complejo B ya que participan en la conversión de energía entre otras funciones lo que hace que su empleo en un producto de tipo postre aporte un beneficio adicional.

El objetivo de este proyecto es generar un análogo de flan, sin azúcar y sin derivados lácteos, enfocado a la población intolerante a la lactosa y a aquellos que padecen de obesidad o diabetes contribuyendo con una alternativa de postre que aporta beneficios en su consumo.

Metodología. Se partió de una fórmula base de flan sustituyendo la leche de vaca por su análogo de soya. Se utilizó menor cantidad de huevo y se añadió fécula de maíz. El edulcorante a utilizar se determinó por ensayo- error hasta ajustar el sabor del producto. Se añadió complejo B a partir de un producto comercial para considerando los requerimientos de personas con diabetes.

Para la elaboración del flan primero se carameliza una pequeña cantidad de azúcar para el molde de cocción. Los ingredientes se mezclan y colocan en el molde con caramelo. El producto se horneó una hora a 200°C. La evaluación sensorial se realizó a través de una prueba hedónica no estructurada.

Resultados y discusión. La proteína de huevo al coagular aporta la mayor parte de la textura del flan, para compensar su disminución se añadió fécula de maíz cuya temperatura de gelatinización es similar. La sustitución de la leche y la presencia de complejo B no afecta las características organolépticas del producto porque la leche de soya aporta un sabor tenue y dulce que se opaca por el sabor combinado del huevo y saborizante de vainilla predominando este último (3). La evaluación sensorial no muestra diferencias significativas en la aceptación entre el análogo de flan y el producto tradicional.



Conclusiones. La leche de soya provee una materia prima adecuada para elaborar un análogo de flan bajo en azúcares y fortificado con complejo B que no se diferencia de un flan tradicional.

Bibliografía

- [1] <http://www.fao.org/docrep/meeting/X2670s.htm>
- [2] Gil A. (2010) Tratado de Nutrición, Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, 2da. Edición. España. Editorial Médica Panamericana, S.A.
- [3] Boatella R. J. (2004). Química y Bioquímica de los Alimentos II, España. Publicado por Edicions Universitat Barcelona.



RESUMEN 39.

BEBIDA DEPORTIVA A BASE DE ACIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA PROVENIENTES DEL COCO.

Signoret Fahl A. I., Leoni Martínez A., Arellano Peña J. A. y Padilla Barceló J. A.

Universidad La Salle Noroeste, A.C. • Veracruz S/N Norte Fracc. Obregón Norte C.P. 85010
Tel. 52+(644)410.6000 Fax.52+(644)410.6003 Cd. Obregón, Son; México
Correo electrónico: jorgeaaron@hotmail.com

Palabras clave: Ácidos grasos, bebida deportiva, rendimiento deportivo.

Introducción. Los ácidos grasos de cadena media (AGCM) de 6C a 12C son digeridos, absorbidos y metabolizados de manera distinta que los ácidos grasos de cadena larga (AGCL) (1). En las últimas décadas se han descubierto beneficios otorgados por los (AGCM). (2) Por ser metabolizados más rápido han sido añadidos a algunas bebidas energéticas con la finalidad de retardar la fatiga, permitiendo que el cuerpo use más los AGCM como fuente de energía, ahorrando glucógeno.

El presente trabajo correlaciona los efectos de dichos elementos lipídicos con la actividad física del deportista, a partir de una bebida fabricada a base de una de las fuentes principales de obtención de estos ácidos grasos: el coco.

Metodología. Para la elaboración de la bebida deportiva se utilizó agua de coco por ser rica en (AGCM), solución mixta de glucosa al 5%, cloruro de potasio, ácido ascórbico, vitaminas del complejo B, L-carnitina y ácido benzoico como conservador. Los ingredientes se mezclaron hasta homogenización. La bebida se evaluó en 2 pruebas en doble ciego. En la primera se suministró la bebida al un equipo de futbol rápido varonil, (150 mL por periodos de 15 minutos, 4 tomas en total en el partido por jugador). La segunda prueba se realizó a un equipo de futbol rápido femenil, suministrándoles la bebida a un grupo de 5 jugadoras (misma dosis 150mL cada 15 min., un total de 4 tomas en el partido). La evaluación del efecto se realizó en función del grado de fatiga.

Resultados y discusión. La totalidad de individuos que tomaron la bebida (en ambas pruebas) manifestaron un mayor rendimiento y ausencia de fatiga, en comparación con otros sin haber tomado la bebida o haberse hidratado con otro tipo de solución a pesar de contener niveles similares de glucosa. Los sujetos manifestaron también sentir mejor recuperación después del juego. En ambos casos los jugadores se sintieron más hidratados a pesar de que el contenido de electrolitos de otras bebidas es varias veces mayor. Esto es causado por efecto osmótico ya que el agua de coco es un líquido isotónico con electrolitos que promueven la entrada de líquido a las células (3) y cuyos AGCM atraviesan fácilmente la membrana mitocondrial para ser degradados para la producción de energía. (1)

Conclusiones. La ingesta de la bebida con ácidos grasos de cadena media durante la actividad física tiene efecto positivo en el rendimiento y en el retraso de la fatiga.

Bibliografía

- [1] Sáyago-Ayerdi S. G., Vaquero M.P., Schultz-Moreira A., Bastida S. y Sánchez-Muniz F. Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y obesidad, Nutr Hosp. (2008). España 23(3):191-202.
- [2]Takeuchi H.; Kasai M.; Taguchi N.; Tsuji H. y Suzuki M. Journal Of Nutritional Science And Vitaminology [J Nutr Sci Vitaminol, (2002) Tokyo Apr; Vol. 48 (2), 109-14; PMID: 12171430
- [3] Coronel C. C. (2003). Agua de coco: Una solución alternativa en la terapia de rehidratación oral. Revista Mexicana de Pediatría. Vol. 70, Núm. 3 May.-Jun.118-122.



RESUMEN 40. NITRATOS EN AGUA DE DRENAJE AGRÍCOLA DEL DR 063, GUASAVE, SIN.

González Márquez L. C¹., Contreras Pérez L. A¹., Hansen Rodríguez I. R¹., Trigueros Salmerón A². y Rodríguez Gallegos H. B².

1. Universidad de Occidente, Unidad Guasave, Av. Universidad s/n, 81048, Guasave, Sin.
2. Universidad de Occidente, Unidad Los Mochis, Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional Mexico15, Los Mochis, Ahome, Sin. Tel: 6871204513. lcgmu.udeo@gmail.com

Palabras clave: Calidad del agua, descargas agrícolas, carga de contaminantes.

Los nitratos se producen naturalmente en el agua como resultado de la descomposición de plantas. La presencia de nitratos también puede tener su origen en actividades humanas, tales como la agricultura, la ganadería y la descarga de aguas residuales municipales. Su presencia en agua para consumo humano puede representar un riesgo para la salud humana. La Organización Mundial de la Salud ha fijado un límite de 50 mg/L de NO_3 en agua para consumo humano¹; para prevenir padecimientos gastrointestinales en el ganado se recomiendan concentraciones de NO_3 menores o iguales a 100 mg/L². Asimismo, se han establecido límites de nitrógeno en descargas de aguas residuales que descargan en ríos y aguas costeras, para proteger la vida acuática y la salud humana³.

En el periodo de noviembre de 2012 a julio de 2013, en once estaciones de muestreo se evaluó la variación espacial y temporal de la concentración de nitratos en agua de drenaje agrícola, acuícola y municipal en el Distrito de Riego 063. Se evaluó la concentración de nitratos por el método ion selectivo (YSI, Professional Plus) y el gasto se evaluó a partir de la velocidad del agua, con un medidor portátil electromagnético (Hach, FH950).

La concentración máxima de $\text{NO}_3\text{-N}$ se presentó en el dren colector El Burrión (18 mg/L) y la mínima en una descarga de agua residual agrícola subsuperficial (0.2 mg/L), en el mes de marzo y noviembre, respectivamente. La mayor carga de $\text{NO}_3\text{-N}$ generada durante el periodo de estudio fue en el mes de marzo.

Los resultados presentados contribuyen a mejorar el entendimiento de cómo funcionan los sistemas de drenaje agrícola, afectados por aguas residuales municipales, en el noroeste de México.

Bibliografía

- [1] WHO. World Health Organization. 2011. Chemical hazards in drinking-water: Nitrate and Nitrite. Annex 2. Disponible: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/annexes_nitrate.pdf
- [2] Bagley, C.V., Kotuby-Amacher, J., y Farrel-Poe, K. Analysis of water quality for livestock. UTA State University Cooperative Extension. CL609-S. Disponible: http://www.extension.usu.edu/files/publications/factsheet/AH_Beef_28.pdf, 1997, 7 pp.
- [3] DOF. Diario Oficial de la Federación. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; 06 de enero de 1996.



RESUMEN 41. ESTUDIO FISICOQUIMICO Y BACTERIOLÓGICO DE BACHATA (*Ziziphus obtusifolia*).

Herrera Andrade M. H., Moreno Ramos O. H., Avitia Sánchez T. R. y Gastélum Mendivil J. M.

Laboratorio de Análisis de Alimentos, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Block 611 Valle del Yaqui, Sonora, México; Tel 643 4 35-71-00; email: hermelinda111@hotmail.com

Palabras clave: bachata, polifenoles, antioxidante.

Introducción. Las plantas vasculares sintetizan muchos metabolitos secundarios y entre ellos se encuentran los polifenoles. Éstos se localizan en toda la planta y su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo. Realizan en las plantas funciones tales como la asimilación de nutrientes, síntesis proteica, actividad enzimática, fotosíntesis, etc (1). Se asocian también con el color, características sensoriales, nutritivas y propiedades antioxidantes. Estos compuestos están presentes en muchos alimentos, en granos de cacao, café y en hierbas aromáticas y se les atribuyen actividad antibacteriana, antiviral, antiinflamatoria, antialérgica, antioxidante, entre otras (2).

La necesidad de aminorar padecimientos en el hombre lo ha llevado a utilizar sustancias naturales para tratar sus enfermedades. Las zonas áridas representan un gran potencial porque su flora y fauna son el producto de miles de años de adaptación fisiológica para su sobrevivencia.. La bachata ó barchata *Ziziphus obtusifolia* es un caso típico, que abunda en el desierto de Sonora. Es un arbusto con ramas tiesas formando enredaderas densas y espinosas; tallos verde-grises, ramitas con puntas espinosas y hojas escasas. Existen testimonios en la región, de personas que aseguran “*haber mejorado su salud y en algunos casos curar enfermedades gracias a que tomaron con regularidad el té de bachata*”. Se fijó como objetivo del presente trabajo el realizar un estudio fisicoquímico y bacteriológico de la bachata para iniciar la caracterización de sus componentes

Metodología. Se determinó el contenido de humedad, ceniza, fibra cruda, proteína y grasa a muestras de bachata *Z. obtusifolia*. Las metodologías utilizadas fueron las de la Norma Oficial Mexicana para el análisis proximal. Adicionalmente se llevaron a cabo pruebas de sensibilidad antimicrobiana de la bachata contra *Salmonella* y *Staphylococcus*.

Se muestreó al azar, en cuatro sitios del Sur de Sonora, México. Se separaron hojas de tallos, se molieron y se les realizó por triplicado análisis proximal. Se evaluó la actividad antimicrobiana de la bachata contra bacterias del género *Salmonella* y *Staphylococcus*. Para ello se cultivaron las cepas de prueba y se ajustó su concentración y por otro lado se prepararon soluciones de bachata diluidas a 500, 1000 y 2000 ppm con agar Muller-Hinton mismas que se esterilizaron, inocularon e incubaron a 35 °C por 24 horas. También se probó la actividad utilizando discos impregnados con las soluciones y puestos en placas inoculadas con los microorganismos de prueba.

Resultados y discusión. Los valores promedio determinados en espinas de bachata (BS) fueron 6.5% cenizas, 3% grasa, 21.8% proteína y 42.3 % fibra cruda mientras que para tallos fueron 4%, 2.3%, 17% y 41.1% respectivamente. La actividad antimicrobiana fue negativa para las cepas de *Salmonella* y *Staphylococcus*. Se compararon éstos resultados con los obtenidos por Yerima y Adamu, 2011 (3) que analizaron *Ziziphus mauritiana*, por ser plantas del mismo género. Se observó que *Z. mauritiana* contiene 10 veces más grasa y 2 veces más proteína



que *Z.obtusifolia*. Por otro lado, *Z.obtusifolia* contiene 2 veces más cenizas y y 4 veces más fibra cruda que *Z. mauritiana*.

Se piensa que los resultados negativos en las pruebas antimicrobianas se debieron a que las temperaturas utilizadas para esterilizar las soluciones de bachata fueron muy elevadas, lo que ocasionó la inhibición de los compuestos activos.

Conclusiones. Es necesario continuar realizando estudios en ésta planta con el fin de definir su potencial nutritivo, microbiológico y posibles aplicaciones en diversos ámbitos ya que se dispone de poca información.

Bibliografía

1. Robbins, R. 2003. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. J. Agric. Food Chem. Vol. 51, 2866-2887.
2. Yen, G.H. and Chen, H.Y. 2000. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. J. Agric. Food Chem. Vol. 43, 27-32.
3. Yerima, B. I. and Adamu, H. M. (2011): Proximate chemical analysis of nutritive contents of Jujube (*Ziziphus mauritiana*) seeds, International Journal of the Physical Sciences, 6(36), 8079 -8082



RESUMEN 42.

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA ADAPTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE COMPOSTA.

Leyva Guerrero J., Cárdenas Leyva P., Urías Arellanes E., Mondaca Fernández I., Fuentes Colmeiro R., García Fernando O., Stanley E., Stocking M. y Murnaghan N.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Av. Antonio caso s/n Fraccionamiento Villa ITSON, Cd. Obregón Son., CP 85130, TEL/FAX (644) 4209265, Email jessy57@live.com.mx.

Palabras claves: composta, sociedad, ambiente.

Introducción. En la sociedad actual, debido al modelo productivo genera un gran volumen y variedad de residuos de diversos orígenes. Esto ha originado un aumento progresivo del volumen de residuos biodegradables y de la cantidad de materia orgánica que se desecha, lo que plantea un grave problema social por la contaminación que ocasiona su eliminación y para la conservación del medio ambiente. [1]. Desde una mirada ambientalista, el compost posee un inestimable valor pues se trata de la recuperación de materia orgánica a partir de los desechos originados por la actividad humana, que sin ningún tratamiento contaminarían el entorno. El aporte de materia orgánica a los terrenos agrícolas puede hacerse entonces mediante la aplicación de compost (García, 2004). El compostaje es una técnica de reciclaje, estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables, tiene múltiples funciones, según el objetivo a alcanzar [3].

Metodología. La muestra fue recolectada en embace de plástico, para ser trasladada al Laboratorio 700 Donde se analizó, con las siguientes metodologías de análisis extraídas de las Normas Mexicanas para la protección al ambiente contaminación del suelo y residuos sólidos municipales. De acuerdo a la norma citada NMX-FF-109-SCFI-2007., (nitrógeno total, materia orgánica, relación C/N, humedad, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente sobre materia seca (peso volumétrico), materiales adicionados).

Resultados y discusión. los análisis realizados según la Norma NMX-FF-109-SCFI-2007, (Nitrógeno total= 2.46 %, Materia orgánica /0.025g = 44.16 %, Relación C/N = 22.86%, Humedad= 53.22 %, pH= 7.7033, Conductividad eléctrica= 1.5 dS m⁻¹, Porcentaje de cenizas= 97.46%, Determinación de carbono orgánico %= 56.53 % entre otras), puede ser utilizada para diversos fines por ejemplo para la remediación y uso de suelo., Y la evaluación económica que consistió en (Inversión inicial = \$466624.13., Recuperación de inversión= 1012 análisis., Costo por paquete de análisis= \$667.69). Al encontrar que los costos por la realización de los análisis, son muy similares a los precios manejados por los laboratorios de análisis que se encuentran en la región.

Conclusiones. la composta de ITSON Nainari, puede ser utilizada para diversos fines por ejemplo para la remediación y uso de suelo; de acuerdo a la guía técnica presentada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura el pH óptimo de un cultivo (fríjol) está comprendido entre 6.5 y 7.5 [2]. La evaluación económica de la implementación de un laboratorio de análisis de composta en el CETT, podría llegar a ser



redituable si además de ser utilizado por la institución, ofreciera sus servicios de análisis para el público general.

Bibliografía

- [1] Alfred., Z. (2005). International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). México.: Ilustrada publicado INE, MEXICO.No.76 2005.
- [2] Niamh., S. M. (2003). Manual para la evaluación de campo de la degradación de la tierra. España: mundi-prensa libros.
- [3] Manahan, S. E. (2007). Introducción a la química ambiental.



RESUMEN 43.

OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DEL ACEITE EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE *Camelina sativa*.

Laurean Cota J. P., Mora Zamudio C. I., Armenta Anaya C. y Mondaca Fernández I.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón Son., CP 85000., Tel (644) 115 04 20, E-mail: iram.mondaca@gmail.com

Palabras clave: *Camelina*, Aceite, Biodiesel.

Introducción. El biodiesel es un biocombustible líquido que se obtiene mediante procesos de transesterificación a partir de aceite. Los cultivos oleaginosos acumulan aceite como sustancia de reserva en frutos o semillas de plantas. Entre ellos está la planta *Camelina sativa* de la familia *Brassicaceae*. Esta especie es nativa de Europa del Norte y Asia central, que posee una prometedora gama de usos industriales para la obtención de pinturas, cosméticos y biocombustibles [1]. La búsqueda de fuentes de energías alternas llevó a plantear un diseño de trabajo, en el cual se pudiera obtener biodiesel a partir de una fuente que presente altas concentraciones de aceite. Es por lo anterior que el objetivo de este trabajo fue obtener biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de *Camelina sativa*, tomando en cuenta su rendimiento y características físicas.

Metodología. Extracción del aceite con solventes: 50 g de semilla molida de *Camelina sativa* se pusieron en contacto con 200 ml de hexano, agitando 20 min a 800 rpm y se después se filtró al vacío. El residuo fue extraído nuevamente bajo el mismo procedimiento empleando 100 ml de hexano. El líquido obtenido en los dos filtrados se destiló para separar el hexano del aceite.

Obtención de biodiesel: se llevó a cabo una transesterificación alcalina agregando 8 ml de metóxido de sodio al 1% en 25 ml del aceite y la mezcla se calentó a 70 °C con agitación de 800 rpm durante 1 h. Luego se pasó a un embudo de separación para separar las dos fases. La fase inferior (glicerina) se vació y a la fase superior (metilester) se le hizo un ligero lavado con agua destilada.

Medición de viscosidad y densidad: la densidad se obtuvo pesando 25 ml de biodiesel en un matraz aforado a 15 °C por triplicado, mientras que la viscosidad se midió en un viscosímetro de Ostwald a 40 °C.

Resultados y discusión. La extracción de aceite de la semilla molida de *Camelina sativa* presentó un rendimiento del 29.11%. La producción de biodiesel tuvo un rendimiento del 80%, comparado con lo reportado con aceite de *Jatropha curcas* cuyo rendimiento oscila entre 65-68% [2]. Los parámetros de calidad obtenidos indicaron una densidad de 0.870 kg/m³ (ASTM D -1298: 0.860 – 0.900 Kg/m³) y una viscosidad de 3.964 mm²/s (centipoise o Cp), ésta última se encuentra dentro de los rangos establecidos por organizaciones de normalización (ASTM D-6751: 1.9 - 6 mm²/s y EN 14214: 3.5 - 5 mm²/s) [3].



Conclusiones. Se obtuvo biodiesel a partir del aceite extraído de la semilla de *Camelina sativa* mediante la transesterificación alcalina obteniendo un rendimiento del 80%. Además, la viscosidad y densidad cumplen con las especificaciones de norma.

Bibliografía

- [1] Vollmann, J.; Moritz, T.; Kargl, C.; Baumgartner, S.; Wagentristl, H. 2007. Agronomic evaluation of camelina genotypes selected for seed quality characteristics. *Industrial Crops and Products*, Volume 26, 3: 270-277.
- [2] Zanahua, A., Martínez J., Martínez A. 2012. Obtención de biodiesel a partir del aceite de *Jatropha curcas* de México en una y dos etapas. Recuperado el 28 de marzo del 2013 de: http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/acapulco09/TRABAJOS/AREA_IX/CIX-24.pdf
- [3] Moser, B. y Vaughn, S. 2010. Evaluation of alkyl esters from *Camelina sativa* oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel. *Bioresource Technology*. 101, 646–653



RESUMEN 44.
APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO
(*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomona fluorescens*, *Trichoderma*
***harzianum*) COMBINADO CON YESO AGRÍCOLA EN CHILE JALAPEÑO**
(*Capsicum annum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Ramírez Aguirre K., Guzmán Fierros E., Castro Espinoza L., Mungarro Ibarra C. y Gutiérrez Coronado M. A.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora, México. 410-09-00. kdra.89@hotmail.com

Palabras claves: Fitorregulación, estimulación, productividad.

Introducción. El chile jalapeño se ha convertido en los últimos años en una de las hortalizas de mucho interés para los productores de nuestro país ya que tiene un mercado seguro para exportación⁽¹⁾. Los suelos de la región están muy empobrecidos; su macro flora y micro fauna así como su contenido orgánico ha disminuido significativamente, de tal forma que se ocupa elevar de manera considerable las poblaciones de los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) utilizando este tipo de estrategia. En algunas regiones del país se presenta una deficiencia de nutrientes, en especial de calcio, esto se debe al suelo sobre explotado y empobrecido, afectando la calidad del fruto. Tradicionalmente se ha utilizado nitrato de calcio, pero el costo es muy elevado⁽²⁾. El yeso agrícola es un producto natural de origen mineral, el cual es económico y seguro para el medio ambiente, mejorando la absorción de nutrientes y las actividades de los microorganismos en el suelo. La aplicación de MPCV, mejora las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, aumentando el aporte de nutrientes y la productividad de plantas de interés comercial⁽³⁾. Por lo anterior se evaluó la viabilidad de *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Trichoderma*, combinados con yeso agrícola a través de análisis microbiológicos, aplicados al suelo y su acción en chile, para mejorar su productividad.

Metodología. El experimento se estableció en los laboratorios e invernadero de plástico del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Se manejó con un diseño completamente al azar, tomando cada planta como una unidad experimental; se tuvieron 24 tratamientos con cuatro repeticiones. Se utilizó chile jalapeño, con el manejo nutricional y conducción del cultivo acorde a sus requerimientos. La aplicación de los tratamientos se efectuó cada dos semanas, a partir del trasplante o siembra del cultivo, hasta inicio de floración, mediante el riego. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, tasa relativa de crecimiento, clorofila total, longitud de raíz, peso volumétrico de raíz, rendimiento y calidad, materia seca, análisis nutrimental y microbiología de la rizosfera.

Resultados y discusión. En general, la parte aérea obtuvo mayores beneficios con altas concentraciones de nutrientes y la zona radicular, se observó un mayor peso seco con los tratamientos que incluían yeso agrícola más microorganismos. Sólo se observan diferencias estadísticas en algunas de las variables evaluadas, pero cada tratamiento tuvo en promedio una mejor respuesta sobre todo el rendimiento y calidad.



Conclusión. La aplicación de yeso agrícola más microorganismos favorecieron positivamente el desarrollo, rendimiento y calidad de las plantas de chile jalapeño, así como una gran población microbiana. Por tanto, al combinar los microorganismos con yeso agrícola da mejores resultados contra el testigo.

Bibliografía

- (1) Irías, P.C.E. (2010), evaluación de alternativas de fertilización a través de riego por goteo en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum L.V.*). Universidad Nacional de Agricultura, DAIEA.
- (2) Jones J. B. 2006. Tomato plant culture CRC Press, Boca Raton, FL.
- (3) Reyes, I., Alvarez, L., El-Ayoubi, H. Valery, A. 2008 Selección y evaluación de Rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. Bioagro 20(1): 37-48.



RESUMEN 45.

GENOTIPOS DEL VIRUS DEL SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA (WSSV) EN CAMARÓN DE CULTIVO *Litopenaeus vannamei* EN EL CICLO 2012 EN EL ESTADO DE SONORA, MÉXICO.

Rodríguez Anaya L., González Galavíz R., Luna Badillo C. G. e Ibarra Gámez J. C.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias,
Laboratorio de Análisis de Sanidad Acuícola. Tel: 644 4100900 ext. 2115 Mail:
Libiazra@hotmail.com

Introducción. El virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), es la mayor causa de pérdidas económicas en el cultivo de camarón, es un patógeno de rápida replicación, extrema virulencia, representando un serio problema para la acuicultura, dejando pérdidas económicas millonarias⁽¹⁾. Razón por la cual se realiza una caracterización genómica del virus para determinar si existen diferentes tipos del WSSV usando marcadores moleculares, con lo cual se puede encontrar una ruta epidemiológica. El objetivo fue comparar las variaciones del ORF94, 75 y 125 en WSSV en cultivos de *L. vannamei* del estado de Sonora, mediante PCR y secuenciación genómica para la determinación de distintos tipos del virus.

Metodología. La extracción de DNA de muestras positivas se realizó tomando 40 mg de pleopodos usando el Kit Buffer de Lysis IQ2000™. Para el PCR se utilizó BIOLASE™ DNA Polimerasa añadiendo 10ng de DNA y 30 pmol de cada uno de los iniciadores. Los primers utilizados fueron sintetizados de la región ORF94, 75 y 125 del virus⁽²⁾. El análisis de la secuencias se realizó con los programas Chromas, RTF y GeneDoc.

Resultados y discusión. De las muestras analizadas con el ORF94, presentaron un amplicón de 450-500 pb observando el patrón de 5 a 6 UR's, donde el genotipo dominante fue de 6 UR's. Con el ORF75, se presentó un amplicón de ≈ 600 pb, el número de UR's encontradas fue de 8 y 9 teniendo como genotipo dominante 9. Las muestras que se analizaron con el ORF125 no presentaron variabilidad genética, todas las muestras tuvieron un amplicón ≈900 pb con 12 UR's. La investigación de los marcadores moleculares determinó poca variación genética, durante el ciclo 2012 en los productos de PCR, de las diferentes juntas locales, especialmente en el ORF94, donde se esperaba mayor variabilidad genética, comparados con estudios anteriores sobre los ORFs en diferentes ciclos de cultivo en Sonora⁽³⁾ donde la variabilidad es alta presentando UR de menor tamaño (3 UR's del ORF94) donde se presentó mayor mortalidad.

Conclusiones. Los resultados del presente estudio soportan la hipótesis de que las variaciones en tándem pueden ser usadas como marcadores moleculares, especialmente el ORF94 ya que es el que muestra mayor variabilidad pudiendo utilizarse en estudios epidemiológicos para seguir el movimiento del virus en diferentes regiones geográficas.

Bibliografía.

- [1] Xu, J. Han F, Zhang X., 2006. Silencing shrimp White spot syndrome virus (WSSV) genes by siRNA. Antiviral Research, Vol. 73, pp. 126-131.
- [2] B. Pradeep, M. Shekar, N. Gudkovs, I. Karunasagar, I. Karunasagar. 2008. Genotyping of white spot syndrome virus prevalent in shrimp farms of India. Dis. Aquat. Org. 78, 189–198.
- [3]González-Galaviz JR., Rodríguez-Anaya LZ., Molina-Garza ZJ., Ibarra-Gámez JC., Galaviz-Silva L. 2013. Genotyping of white spot syndrome virus on wild and farm crustaceans from Sonora, Mexico. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 65 (3), 945-947



RESUMEN 46.

VALIDACIÓN DE MÉTODO MOLECULAR DE IDENTIFICACIÓN DE *Candidatus hepatobacter penaei* EN CAMARÓN DE CULTIVO DEL ESTADO DE SONORA 2013.

Ochoa Meza L. C, Ibarra Gámez J. C., Luna Badillo C. G., Rodríguez Anaya L. y González Galaviz J.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, col. Centro, CD. Obregón, Sonora, México; email: lau_la8@hotmail.es

Palabras clave: NHP, Validación, hepatopancreatitis necrotizante.

Introducción. La inflamación y necrosis del hepatopáncreas en camarones peneidos, también conocida como hepatopancreatitis necrotizante o NHP ha mermado considerablemente la producción de *Litopenaeus vannamei* ya que en estos la infección por *Candidatus hepatobacter penaei* da lugar a una enfermedad aguda y normalmente catastrófica, con mortalidades que se acercan al 100% [1]. La preocupación internacional por la bioseguridad en los alimentos ha llevado a la creación de procesos de identificación de patógenos de una manera rápida y confiable como los métodos moleculares organismos internacionales como la OIE han estipulado procedimientos para garantizar la calidad de los resultados de los análisis en los laboratorios certificados. Por lo tanto se realizará la validación del método para la identificación de la bacteria *Candidatus hepatobacter penaei*, causante de la Hepatopancreatitis necrotizante.

Metodología. Se realizó la extracción de ADN con el kit “DNAzol® Invitrogen by life technologies dichas muestras fueron previamente identificadas como positivo de NHP. Las muestras se analizaron por la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) donde se utilizaron los primers NHPF2 y NHPR2 que amplifican un segmento 379 pares de bases (pb) y se verifico mediante electroforesis registraron los verdaderos positivos, falsos positivos, verdaderos negativos y falsos negativos con lo cual se calculo la sensibilidad y especificidad analítica, la sensibilidad y especificidad diagnostica y repetitividad.

Resultados y discusión. La concentración del DNA extraído fue de 60µg/ml con 0.86 como índice de pureza. Repetitividad: no se obtuvo variación de resultados en las muestras analizadas, sensibilidad analítica el método fue capaz de detectar hasta los 20µl/ml de ADN, sensibilidad diagnostica fue del 100% al igual que la especificidad diagnostica, el método fue específico amplificando solo la *Candidatus hepatobacter penaei*. Sin producir falsos positivos para patologías estrechamente relacionadas.

Conclusiones. Se cumplieron los criterios establecidos por la OIE, demostrando la fiabilidad del método permitiendo ser validado para diagnosticos de rutina en el laboratorio.

Bibliografía

[1] OIE ,2012.Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2012



RESUMEN 47.

ESTUDIO DE *Listeria monocytogenes* EN ALIMENTOS CRUDOS Y COCINADOS DEL COMEDOR EL GALOPE DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA, CAMPUS CENTRO, EN EL PERIODO DE ENERO A AGOSTO DE 2013.

Cabanillas Castro P. F., Cantú Soto E. U., Félix Fuentes A., Campas Baypoli O. N. y Delfín Sandoval A.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur Col. Centro CP. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México, (644) 4109000 ext. 2133, paufre_12@hotmail.com

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, alimentos.

Introducción. En casi la totalidad de los productos los nutrientes no están libres sino combinados, y estos deben ser biodisponibles para que sean digeridos por el organismo, además el alimento debe ser inocuo, es decir que no contengan sustancias peligrosas que puedan causar daño cuando sean ingeridas [1]. El Instituto Tecnológico de Sonora cuenta con comedores estudiantiles en sus Campus que prestan sus servicios e instalaciones a alrededor de 16 mil estudiantes, los cuales en su mayoría consumen alimentos preparados por el personal que en cada comedor labora. El objetivo del estudio fue montar un método microbiológico en base a la NOM-143-SSA1-1995 para la determinación de *Listeria monocytogenes* en alimentos.

Metodología. El trabajo se desarrollo en el Laboratorio de Investigación en Microbiología de la Dirección de Recursos Naturales del instituto Tecnológico de Sonora y en el comedor El Galope del Campus Centro. Para el montaje del método microbiológico se realizaron tres repeticiones de la caracterización morfológica y bioquímica de un testigo positivo (cepa ATCC-7644 de *L. monocytogenes*); posteriormente se realizo la prueba Prueba de Cristie-Atkins-Munch-Peterson (CAMP) en la cual se utilizaron adicionalmente cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC-11632) y *Rhodococcus equi* (ATCC-6939), según los establece la NOM-143-SSA1-1995 (2); así mismo se realizaron las pruebas de reducción de nitratos y de fermentación de carbohidratos. En el comedor el Galope se realizaron 8 muestreos comprendidos en el periodo de Enero a Agosto de 2013, para un total de 16 muestras de alimento (n=8 muestras de hamburguesa y n=8 muestras de carne cruda).

Resultados y discusión. Los resultados mostraron que el método fue debidamente montado y estandarizado. El 100 % de las muestras de hamburguesas y carne cruda estudiadas resultaron negativas para la determinación de *Listeria monocytogenes*.

Conclusiones. Los alimentos preparados y servidos en el comedor estudiantil El Galope del ITSON Unidad Centro, son aptos para el consumo humano en lo que respecta a este patógeno de alto riesgo.

Bibliografía

- [1] Forsythe 2003 (2003) Alimentos seguros – Microbiología En: introducción a los alimentos seguros. Ed.Acribia ,S.A. Zaragoza España.
- [2] NOM-143-SSA1-1995, Bienes y servicios. Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de *Listeria monocytogenes*.



RESUMEN 48.

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DEL POBLADO MARTE R. GÓMEZ Y TOBARITO, SONORA.

Félix Rojas K. K., Angulo Inzunza R., Félix Fuentes A., Cantú Soto E. U. y Chávez Almanza A. F.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora C.P. 85000
(644)4109000 ext. 2138, karlita_k117@hotmail.com

Palabras clave: agua residual, coliformes.

Introducción. El agua es imprescindible para la vida; principalmente los seres humanos dependen de ella para realizar diferentes actividades en su vida cotidiana, y cuando ha sido utilizada requiere de un tratamiento, en especial las de uso doméstico e industrial [1]; las aguas residuales urbanas contienen contaminantes y microorganismos, entre ellos coliformes totales y fecales; los coliformes son probablemente uno de los grupos indicadores más utilizados que sirven para determinar la presencia de patógenos; el grupo incluye a aquellas bacterias que poseen las siguientes características: anaérobicos facultativos, Gram negativos, no formadores de esporas y fermentan la lactosa produciendo ácido y gas en un periodo de 48 hr., a 35°C. El grupo lo conforman los géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter* [2]; El objetivo del estudio fue evaluar la calidad microbiológica del agua residual de la PTAR de la Marte R. Gómez y Tobarito mediante métodos establecidos en las NOM con el fin de establecer si cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Metodología. El período de muestreo fue de junio de 2012 a enero de 2013. Las muestras se tomaron de acuerdo a la NMX-AA-003-1980. Los puntos de muestreo fueron los siguientes: M1 (Influente), M2 (Efluente de la laguna anaerobia), M3 (Efluente de la laguna facultativa) y M4 (Efluente de la laguna de maduración) de la PTAR del poblado Marte R. Gómez y Tobarito, Cajeme, Sonora. El método microbiológico utilizado para la determinación del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales fue el establecido en la NOM-112-SSA1-1194.

Resultados y discusión. Los resultados promedio para coliformes totales para los puntos de muestreo, fueron, para M1 500,000, M2 352,000, M3 61,000 y M4 5,200 NMP/mL, representando un 98.9% de reducción de este grupo indicador, entre el agua de entrada al proceso (M1) y la del efluente de la laguna de maduración (M4) coincidiendo con lo reportado por Martínez (2002) [3]. Así mismo, para coliformes fecales los resultados promedio fueron: M1 430,000, M2 124,000, M3 30,000 y M4 2,300 NMP/mL, resultando un 99.5% de remoción de la contaminación de origen fecal.

Conclusión. A pesar del incumplimiento del agua de efluente de la laguna M4 con la normatividad vigente, el porcentaje de reducción de la PTAR de la Marte R. Gómez y Tobarito es de alta eficiencia, y deberá complementarse con un proceso químico de desinfección para cumplir con el límite establecido por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (20 NMP/mL).



Bibliografía

- [1] Marsilli A. 2005. "Tratamientos de aguas residuales". España. Proyecto de tesis.
- [2] Torres Vitela, M.R. y Castillo A. 2006. Microbiología de Alimentos. Universidad de Guadalajara. 1ra ed. Guadalajara, Jal, Mex.
- [3] Martínez Meza, Juan Carlos. 2007. Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Universidad de Lucre, Colombia. Proyecto de tesis. Recuperado el 6 de Mayo de 2013:
<http://biblioteca.unisucre.edu.co:8080/dspace/bitstream/123456789/370/1/T628.351%20M385.pdf>



RESUMEN 49.

BIODEGRADACIÓN SIMULTÁNEA DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y NITRATO EN UN REACTOR UASB EMPACADO CON CARBÓN ACTIVADO.

Navarro Araujo L.^{1*}, Álvarez Valencia L. H.¹, Meza Escalante E. R.² y Gortares Moroyoqui P.¹

¹ Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. ² Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora. [*mary_luz2701@hotmail.com](mailto:mary_luz2701@hotmail.com)

Palabras clave: Compuestos fenólicos, Biodegradación, Adsorción

Introducción. Los efluentes generados por la industria petroquímica contienen una gran cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos entre los que destacan los compuestos fenólicos (CF) como fenol, *o*-cresol y *p*-cresol; así como compuestos nitrogenados (NO_3^- y NO_2^-) [1]. A pesar de esto, los trabajos sobre el tratamiento de estos efluentes se han enfocado en utilizar un solo CF, lo cual limita el entendimiento del proceso si lo comparamos con un efluente real. El objetivo del estudio es evaluar la biodegradación simultánea de NO_3^- y tres CF: fenol, *p*-cresol y *o*-cresol, utilizando un reactor UASB con un consorcio desnitrificante y empacado con carbón activado (CA).

Metodología. Se monitorearon dos reactores UASB durante 90 días, los cuales fueron inoculados con 10 g Sólidos Suspendidos Volátiles/L. Un reactor fue empacado con 20 g/L de CA, y se establecieron cuatro etapas de estudio a distintos tiempos de residencia hidráulica (2, 0.8, 0.5 y 0.25 días). Los reactores fueron alimentados con la mezcla de CF a 920 mg DQO/L y 295 mg/L de NO_3^- . Se monitoreo DQO, NO_3^- y NO_2^- en los reactores mediante técnicas estándares [2]. Además, se realizaron isotermas de adsorción para determinar la capacidad del CA de adsorber fenol, *o*-cresol, *p*-cresol y NO_3^- , a 25 °C y pH 7, que son las mismas condiciones de operación de los reactores. Estos compuestos se determinaron por métodos espectrofotométricos [2].

Resultados y discusión. Se presentaron altas eficiencias de eliminación de los CF en ambos reactores, 90% en el reactor control y 95% en el empacado con CA, después de 90 días de operación y considerando las cuatro etapas. La reducción de NO_3^- alcanzó eficiencias de 79% y 83% para los reactores sin y con CA respectivamente. Estos resultados indican que es posible tratar una mezcla de CF bajo condiciones desnitrificantes. Además, la presencia de CA incrementó ligeramente la eficiencia de eliminación de ambos tipos de contaminantes, lo cual puede ser una ventaja en sistemas de tratamiento a escala real. Por otro lado, las capacidades máximas de adsorción sobre el CA fueron (mg/g) 45, 105, 145 y 170, para nitrato, fenol, *p*-cresol y *o*-cresol respectivamente. Estos valores concuerdan con los obtenidos por Shabiiimam [3].

Conclusión. Los lodos desnitrificantes en presencia de CA es una alternativa viable para el tratamiento de efluentes con una mezcla de CF y nitrogenados. Estos hallazgos pueden mejorar los sistemas de tratamiento de la industria petroquímica.



Bibliografía

- [1] Olmos, A. *et al* 2004. Phisicochemical Characterization of Spent Caustic from the OXIMER Process and Sour Waters from Mexican Oil Refineries. *Energy and Fuels*, 18, 302-304
- [2] (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st ed., APHA, Washington, DC, 2005.
- [3] Shabiimam, M.A. 2012. Adsorption of o-Cresol Using Activated Carbon. *IPCBEE* vol. 27.



RESUMEN 50.

EVALUACIÓN DEL USO DE YESO AGRÍCOLA COMO FUENTE DE CALCIO EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Armenta Aguilera Y., Guzmán Fierros E., Castro Espinoza L. y Gutiérrez Coronado M. A.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Ciudad Obregón, Sonora México. 410-90-00. armenta_yanet@hotmail.com

Palabras claves: poscosecha, producción, calidad.

Introducción. El tomate es la principal hortalizas cultivada y consumida. El tomate para consumo en fresco se produce principalmente, al aire libre en periodo de ausencia de heladas⁽¹⁾. Las deficiencias de Calcio afectan principalmente, al crecimiento del sistema radical, en el que provocan atrofas, y a las hojas jóvenes, en las que se producen curvaturas de los bordes y ápice, estos son síntomas típicos de carencia de calcio⁽²⁾. El yeso agrícola es una roca que se muele industrialmente a la granulometría deseada puede ser recomendado para ser utilizado como fertilizante y como enmienda⁽³⁾. Es un producto de costo accesible además el yeso es una fuente soluble de nutrientes esenciales para la planta y ayuda a mejorar el crecimiento de la planta. Por lo tanto se evaluó el efecto de la aplicación de yeso agrícola en plantas jóvenes de tomate, como fuente de calcio mediante su valoración y comparación con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en función a su respuesta fisiológica y acumulación en tejido vegetal que permita seleccionar la combinación más productiva bajo condiciones de invernadero.

Metodología. El experimento se estableció en los laboratorios e invernadero de plástico del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Se manejó bajo un diseño completamente al azar, tomando cada planta como una unidad experimental; se tuvieron 7 tratamientos (40, 80 y 120 kg de yeso agrícola y nitrato de calcio y un testigo) con 5 repeticiones; se utilizó tomate bola variedad grandella, se aplicó una nutrición de acuerdo a los requerimientos del cultivo. La aplicación de los nutrimentos se le dio cada dos semanas a partir del trasplante hasta el inicio de la floración, por medio de los riegos. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, tasa relativa de crecimiento (TRC), clorofila total, fotosíntesis, longitud y peso volumétrico y seco de la raíz, peso seco aéreo, análisis nutrimental en hoja y fruto, número de frutos, peso de frutos, resistencia a la penetración, pérdida de peso de frutos.

Resultados y discusión. En general, los tratamientos de yeso agrícola reportaron respuestas altamente significativas en la mayoría de las variables evaluadas, y de manera especial, una mejor y mayor vida poscosecha de las frutas, además de mejores concentraciones de los nutrimentos tanto en hoja como en fruta sobre todo de calcio. Algunas de las variables evaluadas con mayor diferencias significativas están: tasa relativa de crecimiento (TRC), tuvo un 12% de incremento el tratamiento 3 de yeso agrícola en relación con el tratamiento 5 de



nitrate de calcium, the calcium value of the treatments of gypsum was the 2 that contains 3.96% in nutritional content in the leaf, in the number of fruits reflected an increase of 66% the treatment 4 compared with the one of lower production this means that the treatment 4 had more weight of the fruits with a 49% compared with the treatment of lower weight, one of the very important variables is the loss of weight of the fruits because in less loss of weight lasts more its life after harvest, all the treatments of agricultural gypsum presented less loss of weight in comparison with those of calcium nitrate $\text{Ca}(\text{NO}_3)$ presenting a 43% less loss of weight.

Conclusión. Las aplicaciones de yeso agrícola en tomate, respondieron de manera favorable presentando diferencias significativas en la mayoría de las variables.

Bibliografía

- (1) Nuez, F.1995, cultivo de tomate, ediciones mundi-prensa Barcelona. Editorial aedos s.a.
- (2) Hanson, E. 1995. Translocación / distribución del Calcio en las plantas. IN:Calcio en fruticultura. Symposium Internacional. Universidad de Talca, Escuela de Agronomía. p. 37-45.
- (3) Melgar, R y Camozzi, M, 2002. Guía 2002.Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales, p 73



RESUMEN 51.

EVALUACIÓN DE DISTINTOS PROBIÓTICOS MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA PARA REDUCIR LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL EN TINAS DE MATERNIDAD DE CAMARÓN.

Ojeda Itoh E., Angulo Inzunza R., Casillas Hernández R. y Muñoz Antillo A. R.

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio ambiente, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora C.P. 85000
(644)4109000 ext. 2130, eoi_15_05@hotmail.com

Palabras clave: Probióticos, Nitrógeno Amoniacal, *Litopenaeus vannamei*.

Introducción. El suministro de nitrógeno en exceso respecto a la capacidad asimilativa de los estanques de cultivo de camarón provoca un deterioro de la calidad del agua, ello a través de la acumulación de compuestos nitrogenados como el amonio y nitritos. ^[1] Si no existe un buen manejo en los estanques, el cultivo de camarón puede provocar ciertos adversos en la calidad del agua. ^[2] El objetivo de este trabajo fue determinar la materia orgánica medida como DBO₅, Fósforo soluble, Nitrógeno amoniacal, Nitritos y Nitratos en agua proveniente de tinas donde se cultiva camarón a nivel laboratorio para evaluar el efecto de dos probióticos comerciales.

Metodología. Las muestras de agua fueron tomadas de tinas de maternidad de camarón en el Laboratorio de Bioensayos Acuícolas del Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Centro, en el mes de marzo del 2012. Como probióticos comerciales se utilizó Epicin y Bacteria AQ, con tres diferentes densidades de siembra 18, 20 y 22 poslarvas por litro (PL's/L). Los análisis de los parámetros medidos se llevaron a cabo según las Normas Oficiales Mexicanas establecidas NMX-AA-028-SCFI-2001, NMX-AA-026-SCFI-2001, NMX-AA-029-SCFI-200, NMX-AA-081-1986, NOM-AA-99-1987, para agua.

Resultados y discusión. Los análisis arrojaron valores que oscilaron en el probiótico Epicin de 1.581 a 24.164 mg/L, probiótico Bacteria AQ de 3.144 a 10.813 mg/L y combinación de ambos probióticos de 0.729 a 23.265 mg/L. La concentración límite de nitrógeno amoniacal tolerante es de 0.8 mg/L, lo que muestra que las concentraciones durante el bioensayo fueron más altas que el límite esto se pudo deber a la falta de recirculación de agua, otra posible razón del incremento del amonio probablemente se pueda deber a la ausencia de microalgas dentro de las unidades experimentales. ^[3]

Conclusión. Los probióticos evaluados en el presente trabajo logran generar cambios en la concentración de los parámetros fisicoquímicos estudiados elevando sus concentraciones en las tinas con los distintos probióticos utilizados en comparación con las tinas controles. El proceso de Nitrificación durante el bioensayo fue realizado exitosamente ya que las cantidades de nitrógeno amoniacal fueron reducidas a nitritos y después a nitratos dentro de los rangos permisibles en un estanque de camarón evitando así la muerte de estos.



Bibliografía

- [1] Frías Espericueta Martín G., Páez Osuna Federico. Toxicidad de los compuestos del Nitrógeno en camarones. Camaronicultura y medio ambiente.
- [2] Ramos Roberto, Vinatea Luis, da Costa Rejane (2008) Tratamiento de efluentes del cultivo de *Litopenaeus vannamei* por sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrea rhizophorae*. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36(2): 235-244.
- [3] Campaña Torres, et al (2004). Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del camarón. Pp. 16-19.



RESUMEN 52. EVALUACIÓN DE SUSTRATOS EN SISTEMA ACUAPÓNICO INTEGRANDO EL CULTIVO DE TILAPIA (*Oreochromis spp.*) Y PAK CHOI (*Brassica rapa*).

González Ramírez N. D., Arellano Gil M., Mungarro Ibarra C., Peñuelas Rubio O. y Casillas Hernández R.

Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur, Cd. Obregón Sonora, Tel.
(644)4109000 ext. 2091, nizzagonzalez@outlook.com

Palabras clave: Acuaponía, sustrato y tilapia.

Introducción. El sector agropecuario es el responsable del abastecimiento de alimentos a la población y el agua uno de sus principales insumos; el Valle del Yaqui enfrenta desde hace varios años problemas de sequía, por ésta razón surge la necesidad de desarrollar alternativas que optimicen el uso de agua, además del espacio y los desechos generados. Los sistemas que integran la acuicultura intensiva (cultivo de peces en recirculación) e hidroponía (cultivo de plantas sin suelo) aspiran a alcanzar un nivel de equilibrio entre los insumos requeridos (1). En el Valle del Yaqui se han probado exitosamente sistemas acuapónicos bajo condiciones de invernadero, como la producción de pak-choi y tilapia en sistema de cama flotante (2); esto genera la necesidad de explorar otras alternativas hidropónicas con el uso de sustratos (3); los más usuales en México son tezontle, zeolita y fibra de coco, sin embargo su efecto en el desarrollo de los peces no ha sido estudiado, por lo cual se planteó la evaluación de sustratos en hidroponía para el sistema acuapónico integrado por tilapia - pak choi.

Metodología. El experimento se realizó en del invernadero del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), campus Nainari, con el fin de evaluar el desarrollo de peces (tilapia) en un sistema de recirculación, donde se transplantó pak choi en charolas llenas a $\frac{1}{4}$ de su capacidad con 3 sustratos: zeolita, fibra de coco y tezontle. Se utilizó 2 g diarios de alimento balanceado NUTRIPEC de la empresa purina al 25% de proteína como dieta de los peces. Se cuantificó semanalmente la tasa relativa de crecimiento de los peces con el monitoreo del peso (g dia^{-1}) y longitud (variación en cm), para lo cual se utilizó una balanza semi analítica Ohaus y una regla métrica respectivamente. En el agua de recirculación se monitoreó los parámetros de la calidad como pH, temperatura y conductividad eléctrica.

Resultados y discusión. La variación en la longitud de los peces no se vió influenciada por los sustratos y promedió 1.5 cm; se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) en la tasa relativa de crecimiento entre los 3 sustratos, donde la mayor ganancia en peso con 1.31 g dia^{-1} fue en el sistema con zeolita, le siguió tezontle y fibra de coco con 0.43 y 0.22 g dia^{-1} respectivamente. Los parámetros de calidad de agua fueron adecuados para el desarrollo de los peces y las plantas.

Conclusiones. Los tres sustratos evaluados son factibles de ser utilizados en la integración del sistema acuapónico tilapia – pak choi, sin embargo se recomienda ampliar el período de evaluación e incluir parámetros de desarrollo vegetativo.



Bibliografía

- (1) Diver, S. 2006. Aquaponics-Integration of hydroponics with aquaculture ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service. pp 1-25.
- (2) Verdugo, E. 2013. Evaluación de un sistema acuapónico y un sistema hidropónico en cama flotante, para la producción de pak choi (*Brassica rapa* spp chinensis). Tesis Ingeniero Biotecnólogo. ITSON. 58 pág.
- (3) Lennard, W. A. and Leonard B. V. 2006. A comparision of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in Aquaponic test system. Aquacult. Int. 14:539-550.



RESUMEN 53. AISLAMIENTO DE CEPAS DE *BACILLUS* SPP. PRODUCTORAS DE LIPASAS A PARTIR DE MUESTRAS DE AGUA Y SUELO.

Ávalos Hernández J. A. *, Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.

Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 Sur. Ciudad Obregón, Sonora. Tel (644)4109000 ext 2139 *Autor responsable: jose_ah75@hotmail.com

Palabras clave: Probióticos, camaronicultura, enzimas

Introducción. Dentro de la camaronicultura el alimento tiene un papel muy importante durante el cultivo ya que de él depende el crecimiento adecuado de los camarones y su desempeño dentro de los estanques. El productor actualmente gasta un alto porcentaje de sus recursos en alimentos balanceados para camarón, por lo que estamos realizando investigaciones para encontrar bacterias que nos ayuden a que los camarones aprovechen mejor su alimento. Debido a que el alimento tiene que ser digerido para su total aprovechamiento, el uso de bacterias productoras de proteasas, amilasas y lipasas se ha vuelto una práctica común entre los productores de diversas especies de animales como bovinos, cerdos, aves, etc. Por lo que el objetivo del trabajo fue aislar bacterias que produzcan lipasas en medios sólidos, que puedan servir como probióticos en la camaronicultura.

Metodología. Este proyecto se realizó en el municipio de Cajeme, Sonora. Se llevó a cabo un muestreo en diferentes áreas de la región (agua y tierra), usando recipientes estériles. El aislamiento se hizo por el método de las diluciones y se sembraron en agar Luria-Bertani y se incubaron a 37°C/24h. Se seleccionaron las colonias sospechosas de pertenecer al género *Bacillus* (colonias con forma irregular de aspecto seco). Después de haber hecho la tinción Gram se seleccionaron aquellas cepas que presentaron la forma de bacilos Gram positivos y esporulados. Se preparó un medio de cultivo a base de extracto de levadura, peptona, sulfato de amonio, cloruro de sodio, agar, rodamina B y aceite vegetal como sustrato de lípidos (1). Se sembraron las cepas sospechosas de *Bacillus* spp. En el medio de cultivo preparado y la detección de las cepas productoras de lipasas se hizo utilizando un transiluminador de luz ultravioleta, seleccionando las que emitieron fluorescencia.

Resultados y discusión. Se tomaron 3 muestras de agua y 3 de suelo a partir de las cuales se obtuvieron 11 cepas sospechosas de pertenecer al género *Bacillus*, y después de la morfología microscópica nos quedamos con 6. Éstas se sumaron a los aislados por otros compañeros probando un total de 37 cepas para la producción de lipasas. Una vez crecidas en el medio con aceite de cocina, se obtuvieron 17 cepas que produjeron lipasas extracelulares que degradaron lípidos, se compararon los resultados con otro experimento donde se utilizaron muestras de suelo, se obtuvieron resultados diferentes (2).

Conclusión. Con base en los resultados adquiridos por cada una de las pruebas efectuadas en el laboratorio concluimos que tenemos bacterias del género *Bacillus* degradadoras de lipasas, a partir de las cuales se seleccionarán aquellas que pudieran servir para la elaboración de probióticos para la acuicultura.



Bibliografía: (1) Granja, R. (2003). Producción de lipasas mediante microorganismos aislados de ambientes naturales para su aplicación industrial en la obtención de biodiesel, Coordinación de proyectos de investigación. Universidad de las Américas, p (1-6).

(2) Téllez Girón, JD., De la Cerna Hernández, C., López y López, VE. (2012). Aislamiento y selección de microorganismos productores de lipasas a partir de suelos. XIII Congreso nacional de biotecnología y bioingeniería, Resumen.



RESUMEN 54. AISLAMIENTO DE CEPAS DE *BACILLUS* SPP. PRODUCTORAS DE PROTEASAS A PARTIR DE MUESTRAS DE AGUA Y SUELO.

Borbón Galaviz A., Lares Villa F., Mungarro Ibarra C. y Hernández Peña C. C.

Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de Febrero 818 Sur, Ciudad Obregón, Sonora. Tel. (644)4109000 ext. 2139 e-mail: arturoborbongalaviz@gmail.com

Palabras clave: Probióticos, camaronicultura, enzimas.

Introducción. La búsqueda de bacterias productoras de sustancias de interés biotecnológico data de hace más de 50 años cuando se descubrió que algunas especies bajo determinadas condiciones, eran capaces de producir diferentes sustancias que bien podían ser enzimas, proteínas, antimicrobianos o sencillamente tenían la capacidad de degradar compuestos químicos de composición compleja. El estudio de estas bacterias en diferentes ecosistemas ha sido motivo de interés para el desarrollo de un sinnúmero de investigación con el fin de crear nuevos productos derivados de las mismas. Por estanos dimos a la tarea de llevar a cabo la búsqueda de bacterias que sean capaces de degradar el alimento por medio de procesos bioquímicos para así lograr que el alimento tenga el mayor porcentaje de aprovechamiento en el camarón. Así, en este trabajo exponemos el procedimiento y resultados en la búsqueda de bacterias del género *Bacillus* productoras de proteasas.

Metodología. El aislamiento se hizo por el método de las diluciones y se sembraron en agar nutritivo y se incubaron a 37°C/24h. Se seleccionaron las colonias sospechosas de pertenecer al género *Bacillus* (colonias con forma irregular de aspecto seco). Después de haber hecho la tinción Gram se seleccionaron aquellas cepas que presentaron la forma de bacilos Gram positivos y esporulados. Se preparó un medio de cultivo a base de gelosaleche, extracto de carne 1.5g, peptona 2.5g, leche descremada 25g, agar 7.5g, agua destilada 500ml (1). Se sembraron las cepas sospechosas de ser *Bacillus* spp. En el medio de cultivo preparado y la detección de las cepas productoras de proteasas, después que se clasificaron las placas para observar cuales habían arrojado producción de proteasas basándose en el halo.

Resultados y discusión. En nuestro trabajo de investigación se tomaron 3 muestras de agua y 3 de suelo a partir de las cuales se obtuvieron 11 cepas sospechosas de pertenecer al género *Bacillus*, y después de la morfología microscópica nos quedamos con 10. Éstas se sumaron a los aislados por otros compañeros probando un total de 37 cepas para la producción de proteasas. Investigar sobre bacterias degradadoras de proteasas es algo que viene desde hace tiempo por su gran interés sobre la elaboración de probióticos. Al finalizar este trabajo fue comparado con el citado en la bibliografía (2), el cual arrojó resultados parecidos al elaborado.

Conclusión. Con base en los resultados concluimos que tenemos bacterias del género *Bacillus* degradadoras de proteínas, a partir de las cuales se seleccionarán aquellas que pudieran servir para la elaboración de probióticos para la acuicultura.

Bibliografía: (1) Manual de prácticas de microbiología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto politécnico nacional. pp.111
(2) Pérez Quintana, M., Milián Florido, G. y González, GA. (1998). Revista Avanzada Científica Vol. Aislamiento y clasificación de cepas de *Bacillus* spp productoras de enzimas proteolíticas para la producción de hidrolizados de proteínas. 1 No. 3



“Memorias del II Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias” se terminó de editar en diciembre de 2013, en la Oficina de Producción de Obras Literarias y Científicas del Instituto Tecnológico de Sonora.

El tiraje fue de 350 ejemplares electrónicos y puesto en línea en la página: www.itson.mx/publicaciones



ITSON
Educar para